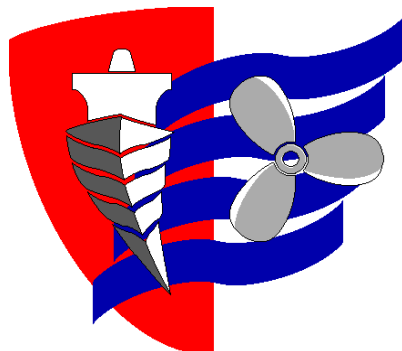




UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA
APLICACIÓN DE DIFERENTES
RECUBRIMIENTOS SOBRE LA OBRA VIVA
DEL CASCO DE UN BUQUE**

**TECHNICAL AND ECONOMIC STUDY
OF THE APPLICATION OF DIFFERENT
COATINGS ON THE UNDERWATER
BODY OF THE HULL OF A SHIP**

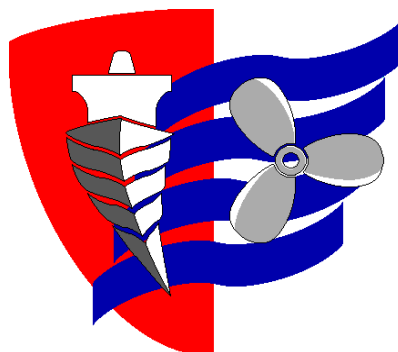
**Para acceder al Título de Grado
en INGENIERÍA MARÍTIMA**

Autor: Pablo Fernández Rufino

Director: Sergio García Gómez

Diciembre - 2020





UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Trabajo Fin de Grado

**ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE
LA APLICACIÓN DE DIFERENTES
RECUBRIMIENTOS SOBRE LA OBRA
VIVA DEL CASCO DE UN BUQUE**

**Para acceder al Título de Grado
en INGENIERÍA MARÍTIMA**

Diciembre - 2020





Agradecimientos

Me gustaría dar las gracias a todos aquellos que han hecho de mi etapa universitaria una época muy importante e influyente de mi vida, no solo a nivel académico si no a nivel personal.

En especial a mi familia, ya que sin su apoyo incondicional y motivación esto no hubiera sido posible.

También dar las gracias a todos esos compañeros y amigos que han estado presentes, haciendo que estos cuatro años sean unos años que nunca olvidaré.

.





Índice

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 INTRODUCCIÓN.....	14
1.2. PROBLEMAS CAUSADOS EN EL CASCO DEL BUQUE A CONSECUENCIA DE ESTAR EN CONTACTO CON EL ENTORNO MARINO ..	15
1.2.1. Corrosión	15
1.2.1.2. Tipos de corrosión.	17
1.3. Biofouling	25
1.3.1. Biofouling: procesos de crecimiento.	26
1.4. RECUBRIMIENTOS.....	29
1.4.1. Recubrimientos tóxicos	29
1.4.2. Recubrimientos no tóxicos.....	31
1.5. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS PARA CASCOS DE BUQUES	31
1.5.1 Pinturas anti-incrustantes (antifoulings).	32
1.5.1.1 Tipos de pinturas anti-incrustantes	32
1.6. PRINCIPALES SUBCATEGORÍAS DE RECUBRIMIENTOS DUROS:	34
1.7. CONDICIONES DE CURADO DEL RECUBRIMIENTO.....	35
1.8. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS MICROPLÁSTICOS PROVENIENTES DE RECUBRIMIENTOS	36
1.9. ALTERNATIVA A LOS RECUBRIMIENTOS CONVENCIONALES	37
1.9.1. Solución de recubrimiento cerámico para estructuras offshore.....	37
2. METODOLOGÍA	39
2.1. BUQUE DE ESTUDIO.....	40
2.1.1. Definición de gasero	40
2.1.2. Tipo de barco	41
2.1.3. Información sobre el buque	41
2.1.4. Software empleado	41
2.1.4.1. Planos empleados.....	42
2.1.4.2. Plano de disposición general.	42
2.1.4.3. Plano de popa.....	44
2.1.4.4. Plano de proa.....	45



2.3.	Estudio técnico de recubrimientos sobre el casco de estudio.	46
2.4.	Estudio económico de recubrimientos sobre el casco de estudio.....	55
2.5.	Estudio técnico – comparativo.	57
3.	DESARROLLO	59
3.1.	DESCRIPCIÓN BUQUE DE ESTUDIO	59
3.1.2.	Definición de los valores necesarios para el cálculo de la obra viva:	60
3.2.	ESTUDIO TÉCNICO DE RECUBRIMIENTOS SOBRE EL CASCO DE ESTUDIO.....	67
4.	CONCLUSIONES	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	78
	Referencia a Figuras	78
	Referencia a tablas:	81
	Referencia a gráficas.....	82
	Referencias bibliográficas.....	83
ANEXO 1	87
	Fichas técnicas.....	91
ANEXO II	110





Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado trata de los principales recubrimientos empleados sobre la obra viva del casco de un buque en particular. Así como sobre el estudio técnico y económico de un nuevo material (cerámico) para su aplicación como recubrimiento y su utilidad en la solución de los problemas existentes de corrosión y biofouling en el sector naval.

El estudio técnico y económico, se centrará sobre un caso práctico refiriéndose a un buque gasero L.N.G. Gasero, cuya eslora cuenta con un total de 284,397 metros, con una manga de trazado de 42,5 metros, el cual lleva en servicio desde el 2004. Se calculará la obra viva del casco para poder realizar el presupuesto de la aplicación con recubrimiento cerámico.

El proyecto constará con cuatro partes:

1. Planteamiento del problema donde se detallarán los efectos que genera el ambiente salino del mar en el casco del buque, así como los tipos de recubrimientos que hay, su impacto medioambiental, cuáles son los más empleados y la alternativa presentada como recubrimiento cerámico.
2. Metodología, se detallará cómo se ha realizado el trabajo y los medios con los que se ha llevado a cabo.
3. Desarrollo, se presentarán todos los cálculos de forma detallada.
4. Conclusiones, en las cuales se detallarán las ventajas del empleo de este nuevo recubrimiento cerámico como recubrimiento.



Abstract

This Final Degree Project deals with the main coatings used on the underwater body of the hull of a particular ship, as well as the technical and economic study of a new ceramic material for its application as a coating, taking into account the existing problems of corrosion and biofouling that causes so many problems in the naval sector, explaining what they are, what types there are and how they affect the ship.

The technical and economic study will focus on a practical case, referring to an LNG gas carrier, a gas carrier whose length has a total of 284,397 meters with a beam of 42,5 meters, which has been service since 2004, performing various calculations to obtain the living work of the hull and thus be able to make the budget for the application with ceramic material coating.

The project will consist of four parts:

1. Statement of the problem, where the problems generated by the saline environment of the sea towards the hull of the ship will be detailed, as well as the types of coatings that exist, their environmental impact, which are the most used and the alternative presented as ceramic material.
2. Methodology, where it will be detailed how the work has been carried out and explaining the means with which it has been carried out.
3. Development, in which all the calculations will be presented in detail.
4. Conclusions, in which I will develop the advantages of the future use of this material.



Palabras clave/ keywords

- Corrosión, biofouling, recubrimiento, impacto ambiental, material cerámico, presupuesto
- Corrosion, biofouling, coating, environmental impact, ceramic material, budget



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 INTRODUCCIÓN

El casco de una embarcación puede construirse de diferentes materiales por varios motivos, y la elección de uno u otro se realiza teniendo en cuenta aspectos económicos, tamaño del barco, finalidad para la que se construye, facilidad de obtención de los materiales de construcción, etc. Dependiendo del material utilizado para la construcción del casco le afectarán diferentes problemas. Es, por este motivo, que las pinturas de recubrimiento y sus técnicas de aplicación pueden variar según el tipo de sustrato que se desee proteger. También varía la forma en la que se ven afectados las diferentes partes de una embarcación, dependiendo de si está en contacto con el agua, con las inclemencias del tiempo o con la propia tripulación.

En este estudio se hablará de los problemas que ocasiona el entorno salino del mar a la obra viva de un buque, abordando el tema de la corrosión y el biofouling sobre el casco de éste y qué recubrimientos se emplean para evitar o disminuir dichos problemas [1].



Figura 1: Buque L.N.G [1].

Se realizará una serie de cálculos sobre un buque gasero L.N.G para obtener la superficie de la obra viva del casco, y realizar una comparativa económica y medioambiental con los recubrimientos más empleados en el sector naval y un tipo de recubrimiento cerámico que aún está en desarrollo.

El material del que está compuesto el casco del buque es de acero, utilizado por su resistencia y duración, además de facilidad de producción, manejabilidad e impermeabilidad. En el ambiente marino este material necesita pintarse para proporcionar una protección anticorrosiva además del acabado estético deseado [2].

1.2. PROBLEMAS CAUSADOS EN EL CASCO DEL BUQUE A CONSECUENCIA DE ESTAR EN CONTACTO CON EL ENTORNO MARINO

1.2.1. Corrosión

El problema al utilizar acero en el casco del buque, es su inestabilidad química en contacto con el aire y el agua debido a la corrosión. La corrosión puede definirse como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno [6].

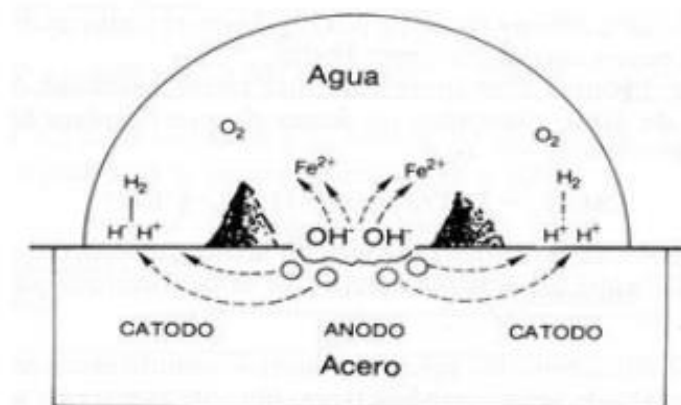
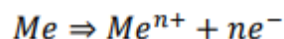


Figura 2: Reacción Agua- Acero [2].

Generalmente, puede entenderse como la tendencia que tienen los materiales a buscar su forma más estable, o de menor energía interna. En la corrosión se intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua.

Este fenómeno también puede producirse por medio de una reacción electroquímica. Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica (oxidación), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en gran parte de variables como la temperatura, de la salinidad de fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión, en este caso el acero [7].

La reacción básica de corrosión es por tanto:



La corrosión genera graves problemas de desgaste y ruptura de materiales y piezas. Representando, además, un coste económico importante la reparación de los materiales afectados y su mantenimiento posterior. Sin embargo, se puede combatir la corrosión con una preparación de la superficie cuidadosa y la aplicación de un esquema de pintado que proporcione una barrera física a la humedad y el oxígeno, aislando el sustrato de agentes corrosivos [7] - [8].

1.2.1.1. Factores que afectan a la corrosión

Los diferentes factores que afectan a la corrosión son:

- Difusión. La corrosión está ligada directamente por la difusión de oxígeno que se da lugar a través del agua a la superficie del acero [6].
- Temperatura. Al estar la difusión directamente relacionada con el factor de la temperatura, también lo está la corrosión. A mayor temperatura mayor será la superficie afectada por la corrosión. En cubiertas inferiores y zonas próximas a la sala de máquinas, habrá mayor tendencia a la corrosión que en zonas con temperaturas más bajas [6].
- Conductividad. Debe haber un medio conductivo entre las dos partes reactivas del proceso para que exista corrosión. Por ejemplo, en agua salada la conductividad es muy alta y el riesgo de corrosión es alto.
- Tipos de iones. Según el tipo de carga o los iones presentes en agua de mar favorecen en mayor o menor proporción el proceso de corrosión.

- Alcalinidad. Según el pH del ambiente habrá una corrosión más alta o no. Por ejemplo, en agua de mar el pH es de 7.5 lo que indica un balance neutro. Si el ambiente es más ácido, pH es de 1 y hay mayores iones hidrógeno que provocan corrosión.
- Potencial electroquímico. Cada metal tiene un potencial electroquímico específico cuando se sumerge en un líquido conductor [7].

1.2.1.2. Tipos de corrosión.

1.2.1.1.1 Corrosión uniforme.

El ataque se extiende, de forma homogénea, sobre toda la superficie metálica, y, por tanto, la penetración media es aproximadamente la misma en todos los puntos. Cuando la corrosión se presenta en esta forma existe una relación directa entre pérdida material, reducción de espesor y magnitud o gravedad del fenómeno y, por consiguiente, es relativamente fácil estimar la vida útil en servicio de los materiales metálicos que lo sufren, una vez conocida la evolución del fenómeno en las primeras etapas [7].

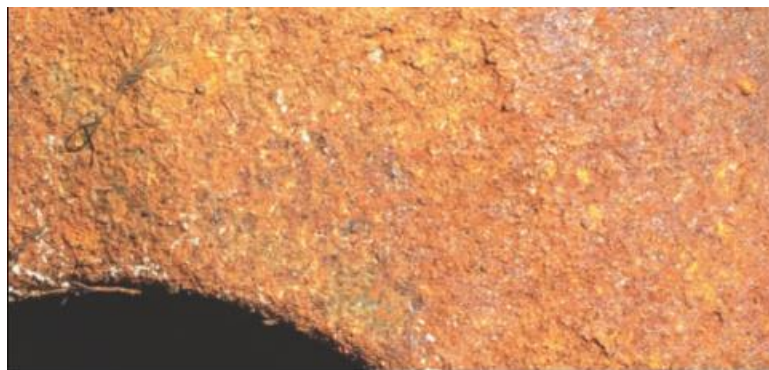


Figura 3: Corrosión uniforme [3].

1.2.1.1.2. Corrosión en placas

El ataque no se distribuye de forma homogénea, localizándose, por el contrario, en determinadas zonas de la superficie metálica. El ataque en placas puede considerarse como un caso intermedio entre la corrosión uniforme y la corrosión por picadura, donde se produce la máxima localización del fenómeno y que se describe en el próximo apartado [7].



Figura 4: corrosión por placas [4].

1.2.1.1.3. Corrosión por picaduras.

El ataque se localiza en zonas aisladas de la superficie que no suelen superar más de 1 o 2 mm² por cada picadura y se propaga hacia el interior del material formando túneles minúsculos que avanzan (generalmente) con bastante rapidez, ya que en las zonas afectadas la velocidad de corrosión suele ser elevada. Este tipo de ataque suele ser común encontrarlo en los materiales pasivables provocando una rotura local de la película pasiva [6],[7].



Figura 5: corrosión por picaduras [5].

1.2.1.1.4. Corrosión en resquicio.

Es común encontrar este tipo de corrosión en zonas roscadas y en regiones mal aireadas o donde la renovación del medio corrosivo está condicionada por mecanismos de difusión y es, en general, difícil. Muy a menudo el ataque en resquicio se debe a la formación de pilas de aireación diferencial originadas como consecuencia de la presencia de distintas presiones parciales de oxígeno en diferentes zonas de la superficie metálica.

El ataque se genera en las zonas mal aireadas, pobres en oxígeno.

En el resquicio se llega a consumir el oxígeno, mientras que las zonas aireadas de la superficie tienen acceso inmediato al oxígeno, convirtiéndose pues en zonas catódicas. Por tanto, se forma una celda electrolítica en donde el potencial en el interior de la grieta o resquicio es más activo. Por otra parte, en la zona aireada fuera del resquicio el potencial de corrosión puede ser superior al de pasivación y, en consecuencia, la capa pasiva permanecerá estable. Dentro, por el contrario, se pueden dar condiciones de actividad formándose pilas activas-pasivas [7].



Figura 6: corrosión en resquicio [6].

1.2.1.1.5. Corrosión filiforme.

Es un tipo particular de corrosión en resquicio y se produce en metales que presentan una superficie cubierta de una fina película orgánica, habitualmente una pintura anticorrosiva. Es una manifestación de corrosión en resquicio por un mecanismo de aireación diferencial. La morfología del ataque se caracteriza por la aparición de finos filamentos emanando desde una o más fuentes en direcciones semialeatorias. [7] [9]. El ataque se inicia normalmente en un defecto o rasguño mecánico en el recubrimiento.

Además, es necesario un ambiente húmedo y zonas aireadas para que se produzca este tipo de ataque. La grieta está caracterizada por una “cabeza” de avance y una “cola” donde se acumulan los productos de corrosión.

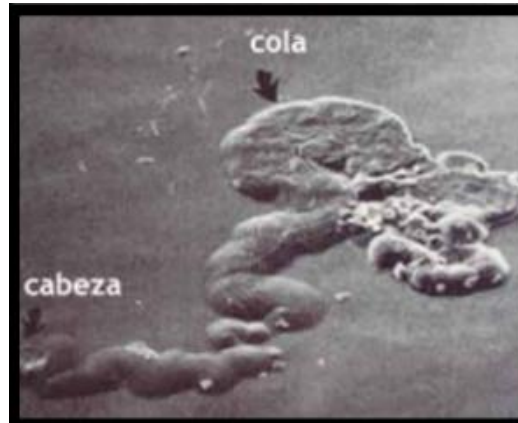


Figura 7: corrosión filiforme [7].

1.2.1.1.6. Corrosión bajo tensión.

Se conoce también como corrosión fisurante y se da cuando la aleación está sometida a tensión mecánica de tracción, bien sea aplicada o residual, y se encuentra en contacto con un medio agresivo que suele ser específico para cada material. Se caracteriza por aparición de grietas o fisuras que avanzan en la dirección normal a la de aplicación de la tensión a velocidades de propagación que pueden alcanzar los 2 o 3 mm/hora. Cuando la tensión aplicada es cíclica, el proceso se conoce como corrosión de fatiga.

En estas condiciones no se precisa de un medio agresivo específico y el fenómeno se caracteriza de la misma forma que en el caso anterior, por aparición de grietas que pueden originar la rotura del material en tiempos cortos [6]. Para que se dé el fenómeno de corrosión bajo tensión es necesario que confluyan tres aspectos:

- Presencia de tensiones superiores a un cierto umbral actuando sobre el material, bien sean aplicadas o residuales.
- Material susceptible al agrietamiento.
- Que el material esté en contacto con un medio agresivo específico. Es preciso decir que no es necesario que se trate de una tensión aplicada cuando la aleación forma parte de un elemento estructural.



Figura 8: corrosión bajo tensión [8].

1.2.1.1.7. Corrosión galvánica.

Este tipo de corrosión es la más común en el sector naval, ocurre cuando dos metales distintos están en contacto entre sí por medio de un electrolito, en este caso el agua de mar. Uno de los metales sufrirá la fase activa, por lo que la corrosión aparece más rápido que si estuviera aislado, mientras que el metal o fase de comportamiento más noble sufre menos ataque que si estuviera aislado. El metal con mayor carga positiva (noble) será protegido de la corrosión por el material con mayor carga negativa (base) [6] [7].

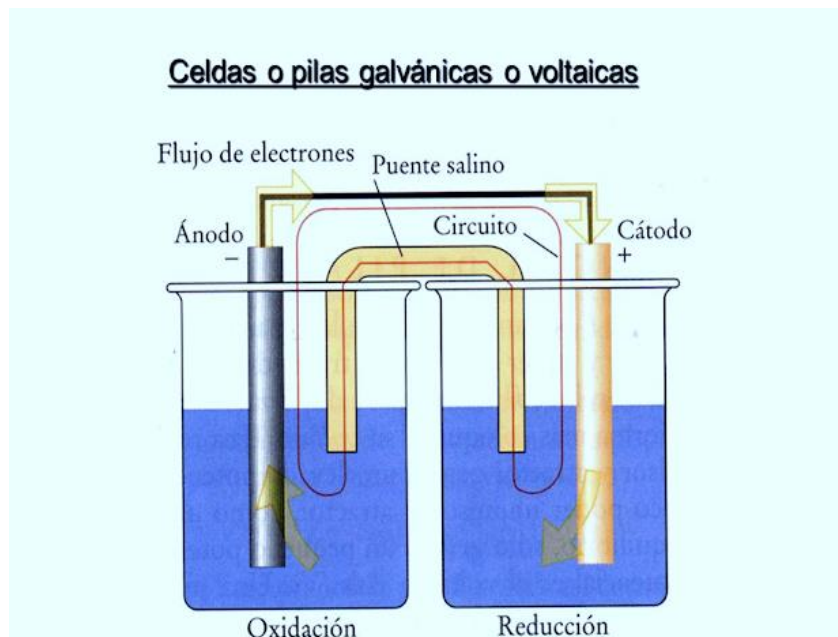


Figura 9: corrosión galvánica [9].

1.2.1.1.8. Corrosión-fatiga.

Se conoce como corrosión-fatiga al proceso a través del cual se produce agrietamiento por la acción simultánea y combinada de una tensión cíclica y la presencia de un medio agresivo desde el punto de vista de la corrosión. Aparecen inmediatamente dos características diferenciales con respecto al fenómeno de agrietamiento por corrosión bajo tensión: la tensión debe ser cíclica, no estática, y no es necesaria la presencia de un medio agresivo específico para cada material metálico. Una consecuencia de lo anterior es que el hecho de que un material sea inmune a la corrosión bajo tensión en unas condiciones de operación determinadas no presupone un buen comportamiento frente a fenómenos de corrosión-fatiga [7].



Figura 10: corrosión por fatiga [10].

1.2.1.1.9. Corrosión en contacto con los medios naturales.

Cuando se habla de corrosión en contacto con los medios naturales, nos referimos al contacto del material con la atmósfera y el agua salada (aunque también se puede hablar de materiales enterrados) [7].

1.2.1.1.9. Corrosión atmosférica.

La corrosión atmosférica se caracteriza por la destrucción del material (corrosión) al estar en contacto con el aire a temperatura. Cuando la HR es superior al 40%-50% se facilita la condensación de humedad sobre la superficie expuesta, propiciando la formación de una película húmeda, lo que permite el funcionamiento del mecanismo electroquímico de la corrosión.

Esta película húmeda se puede formar por capilaridad, por la fijación de moléculas de agua a la superficie como consecuencia de la existencia de fuerzas físicas de atracción o por la humidificación de la superficie como consecuencia de la fijación de agua por productos microscópicos. Así, se forma una capa conductora sobre la superficie metálica. Con esta capa conductora, se produce la corrosión electroquímica. A medida que crece el espesor de la película, la velocidad de corrosión aumenta hasta alcanzar un máximo para espesores del orden de los 100 μm . Un contaminante muy común en la zona de mar es el Cl^- . Este contaminante aumenta la velocidad de corrosión [7].



Figura 11: corrosión atmosférica (por mojado) [11].

1.2.1.1.10. Corrosión en contacto con agua de mar.

El término corrosión marina se aplica a los materiales metálicos en contacto directo con agua de mar. El agua de mar constituye un electrólito especialmente agresivo como consecuencia de una alta conductividad; tener una mayor solubilidad en O_2 ; presencia de Cl^- que puede romper localmente las películas pasivas generando fenómenos de corrosión por picadura; se genera fácilmente corrosión microbiológica. En agua de mar se dan todos los tipos de corrosión. Además de los mencionados anteriormente, cabe destacar la corrosión microbiológica, debido a que se dan condiciones muy favorables para la vida de microorganismos (biofouling) [7] [8].

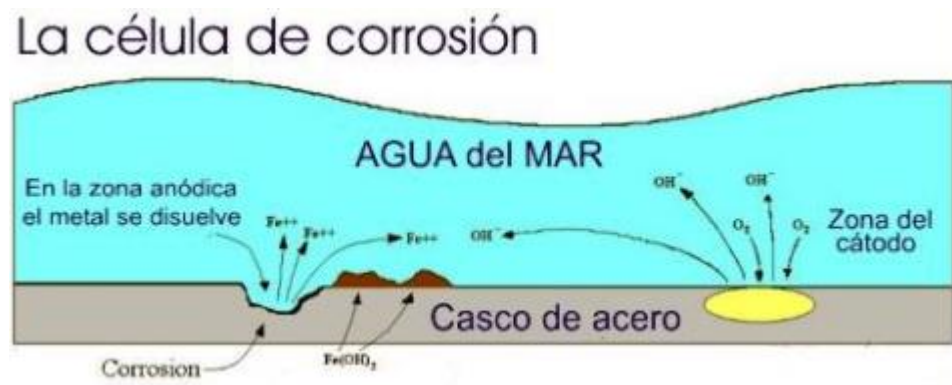


Figura 12: Corrosión agua de mar – acero [12].

1.2.1.1.11. Corrosión microbiológica.

Los microorganismos se sitúan en la interfase del metal–medio agresivo pudiendo llegar a producir cambios en dicha interfase y, en consecuencia, modificar las condiciones en que se lleva a cabo el proceso de corrosión electroquímica. Se define por tanto la corrosión microbiológica como los fenómenos de corrosión electroquímica que tienen lugar en presencia de estos microorganismos. Los microorganismos que participan más en estos procesos son bacterias, hongos y microalgas, aunque sin duda los primeros son los más importantes. Debido a su pequeño tamaño están presentes en resquicios, picaduras, etc.

Se producen con gran facilidad y rapidez, de manera que una sola bacteria puede transformarse en una colonia de un millón en unas diez horas, con lo que la interfase metal-solución puede sufrir modificaciones muy importantes en períodos muy cortos. Los microorganismos forman colonias sobre la superficie metálica húmeda los productos resultantes de su metabolismo (o descomposición) constituyen lo que se conoce habitualmente como bioensuciamiento o “biofouling” [7] [14].



Figura 13: corrosión por biofouling [13].

1.3. Biofouling

Cuando una superficie artificial, entra en contacto con un entorno acuático natural (mar, ríos, pantanos, lagos...) se produce un proceso de adherencia y acumulación de depósitos bióticos. Estos depósitos bióticos están formados por micro y macroorganismos propios del medio acuático. Este proceso se denomina BIOFULING. (Bioincrustaciones) [9]. El biofouling puede dividirse en microfouling y macrofouling. Dentro del microfouling se puede hacer una subclasificación: bacterias, algas unicelulares y plancton (diatomeas) [14]. El macrofouling puede subdividirse en 3 grupos principales:

- Mejillones.
- percebes/lapas.
- Algas.



Para evitar o retrasar este proceso, actuaremos sobre determinadas variables, tales como: temperatura, superficie de adhesión, propiedades fisicoquímicas del agua, velocidad de flujo...

Los problemas que ocasiona el Biofouling en el transporte marítimo:

- Reducción de la velocidad de tránsito.
- Aumento de la resistencia al avance del casco.
- Aumento sustancial de consumo de combustible.

1.3.1. Biofouling: procesos de crecimiento.

A pesar de que no existe un modelo genérico que explique la formación de los organismos marinos relacionados con el Biofouling, merece la pena explicar, de una forma relativamente sencilla, las fases que suceden, y que, además, forman parte de los procesos de formación y crecimiento que se dan en una gran parte de ellos. La formación del biofouling se caracteriza en cuatro pasos:

1. Los microorganismos que se han adherido a la superficie comienzan a captar proteínas del entorno.
2. Poco a poco, los microorganismos comienzan a desarrollar una membrana extracelular con la que protegerse del medio exterior [3].
3. Cuando la membrana generada alcanza un tamaño suficiente, organismos de mayor tamaño (larvas y microalgas) comienzan a asentarse sobre ésta, ya que se nutren de ella.
4. Con el paso del tiempo, otros organismos de mayor tamaño acaban asentándose, tales como invertebrados o algas [12] [5].

1.3.1.1. Iniciación o nucleación

Es el resultado de la acumulación sobre una superficie de agregados. Corresponde al estado inicial. Cuando alcanza un tamaño determinado, pasa a denominarse embrión. Dicho estado es de corta duración y no tarda en variar, pudiendo darse dos situaciones: que se fragmente, en cuyo caso volverá al estado inicial; o que siga creciendo, volviéndose más estable, dando lugar a una nueva fase: el núcleo. Dada esta fase, se pueden formar cristales o acabar disolviéndose.

Dentro del diseño de la instalación, factores como los materiales, la temperatura o el acabado superficial (rugosidad) determinan el tiempo que transcurrirá hasta que comience a incubar [12].

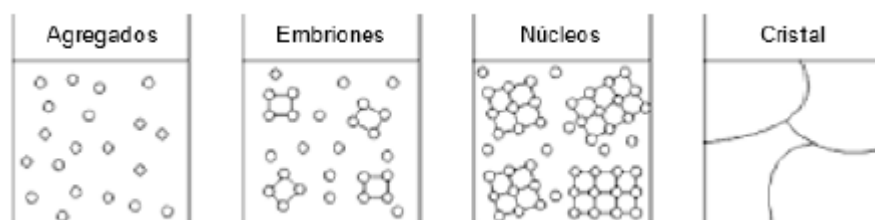


Figura 14: Formación de un cristal a través del proceso de nucleación y fases [14].

1.3.1.2. Transporte

Representa el movimiento a través de varios mecanismos, como la difusión, la sedimentación o la termoforesis de los agregados hacia la superficie del cristal. Este suceso está vinculado con la velocidad de cristalización, la cual depende del grado de impurezas y de la temperatura [12]. Las impurezas repercuten modificando factores como la cinética de cristalización o las cualidades del cristal (parámetros fisicoquímicos).

Por otro lado, la temperatura afecta a la solubilidad del medio (modificando la concentración de agregados disponibles para unirse al cristal).

1.3.1.3. Fijación

Tiempo en el que el biofouling se deposita y adhiere a la superficie. Es el motivo principal en cuanto a ensuciamiento, por lo que se hace importante la

selección del material, ya que sus propiedades determinarán la facilidad de adhesión [12] - [13].

1.3.1.4. Eliminación

Siempre que el depósito de biofouling se encuentre adherido a una superficie que esté expuesta a un flujo de agua, con una velocidad determinada, el propio fluido, de manera natural, actuará sobre éste, arrancándolo parcial o totalmente de la superficie y arrastrándolo, ya sea a otra zona de la planta o fuera de ésta [14].

Dos situaciones en las que se da la presencia de biofouling dentro de una corriente de agua son: biofouling dentro de un circuito de refrigeración abierto de A/S y biofouling adherido a la obra viva de un barco [15].

1.3.1.5. Envejecimiento o maduración

Como resultado de varias reacciones químicas, durante un período de tiempo, se produce un cambio en su disposición molecular. Esta alteración provoca una variación en sus propiedades físicas, de manera que permite generar una adhesión de carácter permanente. Llegados a este punto, se requerirán métodos más agresivos para retirar la película, los cuales suelen implicar la parada de la planta, y, en ocasiones, pueden dañar las superficies de los conductos [12] [16].



Figura 15: Biofouling. [15].

1.4. Problemas generados por las incrustaciones

Si los cascos de las embarcaciones se encuentran limpios y lisos, libres de incrustaciones de organismos, tales como algas, moluscos, y otras especies marinas similares, las embarcaciones navegan más rápidamente y consumen menos combustible. Además, le da un mejor aspecto estético, y se mejora la maniobrabilidad, estabilidad y seguridad y supone una disminución de otras tareas de reparación y mantenimiento relacionadas [4] [6].

1.4. RECUBRIMIENTOS

1.4.1. Recubrimientos tóxicos

Los componentes principales de estas composiciones son biocidas, los cuales eliminan distintas especies de organismos marinos que se adhieren (o lo intentan) a la superficie. Dichas partículas, con el desgaste del material y el paso del tiempo, se van desprendiendo en la mar. Muchos estudios han demostrado que estos compuestos persisten en el agua, amenazando la vida marina, dañando el medio ambiente y llegando a nuestra cadena alimenticia [11] [12]. La mayor parte de estos recubrimientos contienen bases de metales pesados u otros productos, los cuales son tóxicos para el medio marino. A continuación, se hablará sobre los más conocidos y empleados hasta la fecha:

- *Oxido de tributilestaño (tbt):*

Se trata de una pintura antifouling muy efectiva, hasta el punto de que resulta tan nociva para el medioambiente que se prohibió su uso en 2008 [11].

A pesar de haber abandonado su utilización, se estima que su duración en el ecosistema persistirá durante los próximos 30 años. A pesar del desuso de esta pintura, aún se encuentran acumulaciones de ésta en puertos aun habiendo transcurrido varios años (seis años). A continuación, en la tabla 1 se ve reflejado el impacto medioambiental que tiene este compuesto sobre diferentes organismos:

Organismos	Efectos	Referencias
Bacterias	Afecta el crecimiento, el metabolismo y la respiración, inhibe transporte de solutos y la biosíntesis de moléculas, etc.	Cruz y col., 2012.
Plantas	Retrasa y disminuye la germinación de semillas, induce estrés, etc.	Silva y col. 2012a.
Crustáceos	Disminuye el éxito reproductivo, la supervivencia y el crecimiento de la descendencia, etc.	Dahllof y col., 2001; Aono y Takeuchi, 2008.
Moluscos	Afecta el crecimiento de la concha, causa <i>imposex</i> , esterilidad y aumento de la mortalidad, provoca daños en el ADN, etc.	Barroso y col., 2002; Gabianelli y col., 2006.
Peces	Inhibición del crecimiento, masculinización de hembras, reducción de la fecundidad, malformaciones larvares, neurotoxicidad, etc.	Shimasak y col., 2003; Zhang y col., 2008.
Mamíferos	Disminución de la espermatogénesis en ratones, malformaciones embrionarias, obesidad, inhibición linfocitaria, etc.	Grun y Blumber, 2006; Antizar-Ladislao, 2008; Chen y col., 2008.

Tabla 1. Efectos del TBT en diferentes organismos [1].

- Óxido de cobre:

Presenta muy buenas propiedades antifouling, y, al igual que el TBT, resulta tóxico para el medioambiente, aunque en menor medida. El funcionamiento de este se basa en el desprendimiento de una capa de óxido de cobre que ha reaccionado con el medio acuático, revelando una capa inferior del mismo material, cuya funcionalidad será la de proteger el metal, hasta que esta película protectora se desprenda, repitiéndose así el proceso [20].

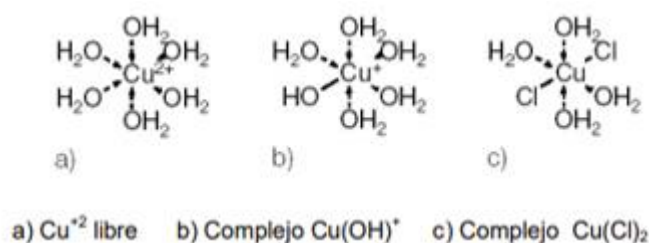


Figura 16: especiación del Cobre [16].

El óxido de cobre se filtra desde la superficie del barco y entra el agua como un ion de cobre libre (Cu^0), que se oxida inmediatamente a Cu^{2+} y forma complejos con ligandos orgánicos e inorgánicos. El proceso es se cree que ocurre dentro de los primeros micrómetros de la superficie pintada. La presencia de una biopelícula en la superficie del recipiente puede actuar como una fuente de DOC, que puede unir el cobre libre.

En la fase disuelta, la proporción de cobre existente como ion libre, inorgánico u orgánico varía mucho con respecto a las propiedades del agua, como DOC, pH, dureza y salinidad [21].

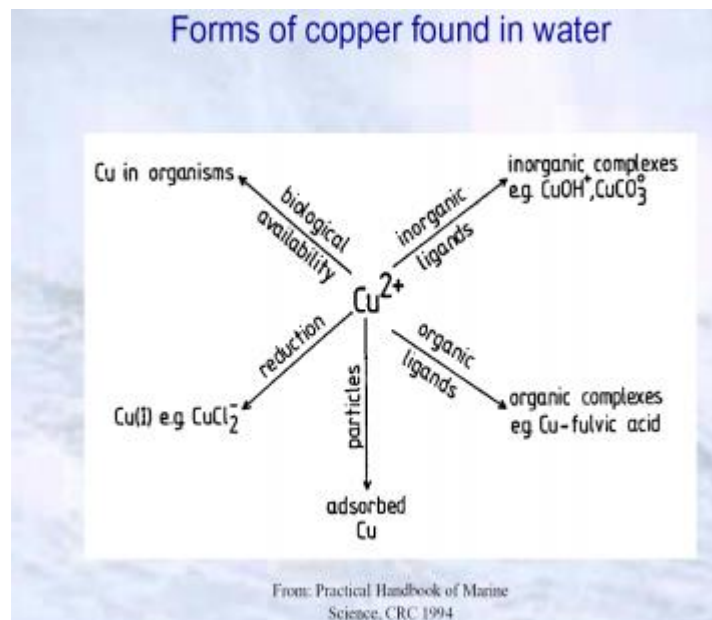


Figura 17: formas del cobre en el agua [17].

- Aditivos orgánicos: aditivos introducidos en la pintura con capacidad para llevar a cabo un control del biofouling [19].

1.4.2. Recubrimientos no tóxicos

Su propósito es dificultar el asentamiento del macrofouling [20]. Los recubrimientos más comúnmente empleados son de base de silicona, flúor o epoxi, entre otros.

1.5. TIPOS DE RECUBRIMIENTOS PARA CASCOS DE BUQUES

La función principal de un recubrimiento es la de proteger el casco o la estructura, del ataque de la corrosión, del fouling en el caso de los cascos, o de los agentes externos que deterioran con el tiempo la estructura. Por ello es necesario hablar de los tipos de recubrimientos que más se utilizan en el sector naval [15].

1.5.1 Pinturas anti-incrustantes (antifoulings).

A consecuencia de la inmovilidad de las embarcaciones que permanecen en el agua, es frecuente encontrar incrustaciones en los fondos, sobre todo si la embarcación no dispone de ningún recubrimiento anti-incrustante.

Las incrustaciones se producen por los pequeños organismos marinos que ya se han comentado anteriormente, los cuales se fijan a la embarcación. Estas pinturas anti-incrustantes, previenen el crecimiento de estos organismos sobre el casco sumergido, para ello se utilizan dos estrategias diferentes.

La primera es liberar sustancias que impidan que los pequeños organismos se adhieran a la embarcación. Las sustancias se liberan de tal forma que, en una capa de aproximadamente un milímetro de espesor alrededor de la embarcación, hay constantemente el suficiente material bioactivo que evita que los organismos se fijen y desarrollen.

Los biocidas más utilizados son los compuestos de cobre y acrilato de silicio que son menos agresivos contra el medio marino.

La otra estrategia es la utilización de compuestos, normalmente siliconas, que por sus características superficiales no permiten que los organismos se puedan adherir.

1.5.1.1 Tipos de pinturas anti-incrustantes:

- *Convencionales.*

Blandos de tipo tradicional donde el material bioactivo se libera en función de la temperatura del agua y del contenido salino entre otros factores. Los anti-incrustantes convencionales pueden estar expuestos a la intemperie durante una semana únicamente. Al final de la temporada es necesario eliminar capas antiguas antes de repintar [13]. Será necesario sellar la capa actual antes de repintar la superficie con otro recubrimiento anti-incrustante, ya que, los disolventes desconocidos, puede ocasionar ampollas en el tipo convencional. [12].

- De larga vida.

Este tipo de pintura cuya base es el clorocaucho, se caracteriza por absorber agua al tiempo que se desintegra la parte soluble de la resina, dejando una estructura insoluble, a través de la cual se van disolviendo, por difusión, las sustancias activas que evitan la incrustación del casco.

Los anti-incrustantes de tipo matriz dura son apropiados para embarcaciones a motor de mediana y alta velocidad. Permiten un lijado en húmedo previo a la botadura para dejar el casco muy liso y puede limpiarse la línea de flotación de suciedad que podría aparecer en esa zona. Pueden quedarse expuestos al aire durante tres meses después de la aplicación de la última capa de antiincrustantes antes de la botadura.

- *Autopulimentables.*

Son de moderna tecnología y, actualmente son los más utilizados. Su característica principal es su mecanismo pulimentante hidrodinámico (están constituidos por siliconas), que se disuelven paulatinamente en agua a una velocidad que es auto controlada químicamente; no contienen biocidas. Una vez en servicio, sus propiedades hidrodinámicas y el acabado extraordinariamente liso ayudan a la consecución de elevadas velocidades. Su característica pulimentante evita la acumulación de viejas capas y facilita la limpieza antes de repintar. Pueden permanecer tres meses a la intemperie antes de la botadura sin perder sus propiedades.

- *Autopulimentables.*

Considerado el futuro de estos productos, en los que por motivos medioambientales se dejan de emplear compuestos de estaño.

- Recubrimientos duros (inertes).

Este tipo de recubrimientos se caracterizan porque son inertes, no contienen biocidas y no son tóxicos.

Para que puedan ser utilizados en los cascos de los buques, deben ser aplicados en buques en los que se proceda a navegar en zonas donde el fouling no sea un problema, como, por ejemplo,

en la navegación por hielo, o bien deben ser limpiados de forma regular y sin ser dañados. Este tipo de recubrimientos, al ser inertes, no se erosionan o se degradan con el paso del tiempo por el contacto con el agua, ni se filtran sustancias o moléculas al agua. Esto permite clasificarlos, desde el punto de vista medioambiental, como los recubrimientos más seguros y menos dañinos de los recubrimientos usados actualmente.

1.6. PRINCIPALES SUBCATEGORÍAS DE RECUBRIMIENTOS DUROS:

- *Epoxi.*

Utilizados básicamente como primera capa de recubrimiento debido a su función de protección contra la corrosión, pero no son utilizados en las capas superiores debido a su falta de adhesión cuando el casco del buque flexiona.

- *Fibra de vidrio reforzada con epoxi o poliéster.*

Son más duros, más flexibles y duraderos que los recubrimientos puramente epoxi. Pueden ser limpiados bajo el agua sin segregar sustancias al entorno además de que tienen un acabado superficial más pulido que los epoxis.

- *Compuesto de éster de vinilo con fibra de vidrio (stc).*

Son recubrimientos que permiten su limpieza con la seguridad de que no se van a segregar sustancias nocivas o tóxicas al ambiente.

Debe ser pulido con equipamiento adecuado y específico después de su botadura, una vez realizado y para su correcto mantenimiento y conservación de las propiedades hidrodinámicas se debe proceder a una rutina de lavado y conservación del casco. Tiene buenas propiedades contra la abrasión que dura la vida útil del buque con solo la aplicación de algunos retoques a lo largo de su vida útil.

- *Epoxi cerámica.*

Se caracterizan por una longevidad mayor y por la posibilidad de limpieza sin efectos tóxicos. Su uso está delimitado por su testeo, y como es entendible su aplicación comercial está limitada.

1.7. CONDICIONES DE CURADO DEL RECUBRIMIENTO.

Para asegurar un correcto curado del recubrimiento y, por tanto, unas características de funcionamiento idóneas del mismo se deben regular y controlar las siguientes condiciones:

- La superficie debe permanecer limpia de contaminantes, utilizando los métodos y técnicas comentadas anteriormente.
- Se debe asegurara su aplicación entre las temperaturas de aplicación recomendadas por el fabricante.
- Las pinturas utilizadas tienen una gran tolerancia frente a la humedad, pero hay que asegurarse de que no se va a proceder a la aplicación de la pintura en condiciones de condensación. Para ello, no se va a proceder a su aplicación si la temperatura del acero es menor a los 3°C.
- No se debe proceder a la aplicación de los recubrimientos en condiciones de lluvia o niebla, y si se efectúan en condiciones de viento, se debe tener elevada precaución en la protección de la zona de alrededor, para asegurar la correcta protección de la superficie a pintar.
- Si se realiza el pintado en interior, se deben tener especiales precauciones en cuanto a la ventilación, para asegurar el secado y evitar que se quede disolvente atrapado en las capas de pintura.
- Algunos tipos de recubrimientos son sensibles a la luz ultravioleta, en dicho caso, se deberían tomar precauciones de protección para evitar que surtan defectos en el recubrimiento [1].



1.8. IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LOS MICROPLÁSTICOS PROVENIENTES DE RECUBRIMIENTOS

Muchas (aunque no todas) pinturas antiincrustantes modernas siguen un enfoque de copolímero donde un tóxico compuesto metálico / biocida está incrustado dentro de una resina de polímero (plástico) mediante la cual, a través interacción con el agua, una tasa de liberación constante de órgano-metales y biocidas generan una acumulación de estos [24].

Las partículas del orden de micrones pueden llegar a ser relevantes (por debajo de los 5 mm), debido a que estos residuos son absorbidos por el plancton, produciendo una acumulación de estos plásticos en el entorno marino.

A medida que la atención científica se centra en partículas cada vez más pequeñas, se hace evidente rápidamente que los desechos plásticos están en todas partes: en lagos y arroyos, en el suelo y la arena, en nuestros hogares y en el aire que respiramos. Queda por determinar si esta omnipresente presencia representa un riesgo para la salud humana [30].

Los grandes éxitos de la ciencia de los polímeros han producido materiales que son incomparables en su utilidad, bajo costo y versatilidad, pero su persistencia en el medio ambiente y la falta de una cuidadosa consideración de su gestión al final de su vida útil han llevado a problemas. La solución definitiva a la contaminación plástica ambiental es prevenir la contaminación en primer lugar, por la reducción del uso, seguido de la captura y reutilización y el reciclaje, que con suerte resultará en menos plástico producido y el progreso hacia una economía más circular y sostenible [26]-[27].

1.9. ALTERNATIVA A LOS RECUBRIMIENTOS CONVENCIONALES

1.9.1. Solución de recubrimiento cerámico para estructuras offshore

Este estudio evaluó las diferencias en el total de bioincrustaciones de agua de mar adheridas a pinturas revestidas y revestimientos cerámicos en acero al carbono para estructuras marinas.

Los cuatro revestimientos cerámicos diferentes se hicieron incorporando partículas cerámicas activas contra la bioincrustación como cobre, plata, zinc y titanio. Este método de prueba cubrió un procedimiento para probar antiincrustantes expuestos por un período de un año en un sitio de inmersión con una alta actividad biológica en ambientes marinos poco profundos que proporcionó comparaciones positivas con el sistema estándar (ASTM-D3623) para su uso en la protección de estructuras marinas submarinas. Los resultados no mostraron diferencias significativas en la bioincrustación adherida a los revestimientos cerámicos. En cambio, hubo una bioincrustación significativamente mayor adherida a las pinturas antiincrustantes.

La resistencia a la adhesión a la bioincrustación fue mayor cuando se usó un espesor de revestimiento de 100 μm y cuando la rugosidad de la superficie del sustrato (R_a) fue de 0,04 μm . Los resultados indicaron hasta más del 30% del área total cubierta por bioincrustaciones en revestimientos de pintura que en revestimientos cerámicos.

Los revestimientos cerámicos, ya sea esmaltes o vidriados, están compuestos por una mezcla de vidrio fundido y diversos aditivos. El vidrio fundido puede tener diversas composiciones, estando compuesto por óxidos como el SiO_2 , Si_2O_3 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO , MgO , ZnO , ZrO_2 , TiO_2 y promotores de adhesión para superficies metálicas como, CoO , NiO , Fe_2O_3 , MnO .

La característica de que un vidrio se puede ajustar en composición permite modelar sus propiedades finales, como el coeficiente de expansión térmica, el punto de fusión, la resistencia química y la adherencia al biofouling. Los recubrimientos cerámicos se pueden modificar mediante la adición de materias primas como cuarzo, óxido de titanio, silicato de circonio o pigmentos cerámicos para ajustarse al tipo de metal y al producto de aplicación final (Carter & Norton 2007).

Test Surface No.		Fouling rating %	Physical Condition (Defects) %	% Cover			
				filamentous bryozoans	barnacles	algae	Biofilm
1	Hempel® Hempasil X3 (Silicone FR)	100	70	10	28	42	20
2	Ceramic Coating (ZrO ₂ base)	92	24	11	3	30	50
3	Ceramic Coating (ZnO base)	82	12	20	2	30	30
4	Ceramic Coating (TiO ₂ base)	70	4	17	-	24	29

Figura 18: Muestras de diferentes recubrimientos ensayado [18].

Este estudio evaluó la acción antiincrustante (AF) de un revestimiento cerámico expuesto al agua de mar. La aplicación del revestimiento cerámico se desarrolló mediante pulverización térmica. El objetivo era minimizar la adherencia del biofilm en la superficie y estudiar el efecto de los nuevos recubrimientos en la composición y estructura de los biofilms producidos. La relevancia científica de esta investigación en FA es muy destacada porque involucra una nueva tecnología amigable con el medio ambiente contra la bioincrustación para mejorar la eficiencia y la productividad en las estructuras costa afuera.









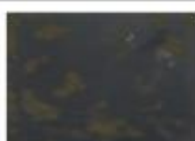



Coating samples		0 day exposed	365 days exposed	
			Before washing	After washing
1	Hempel® Hempasil X3 (Silicone FR) Roughness: 70 μm Thickness: 300 μm			
2	Ceramic Coating (ZrO ₂ base) Roughness: 0.8 μm Thickness: 120 μm			
3	Ceramic Coating (ZnO base) Roughness: 0.2 μm Thickness: 110 μm			
4	Ceramic Coating (TiO ₂ base) Roughness: 0.04 μm Thickness: 100 μm			

Figura 19: Muestras de diferentes recubrimientos ensayados [19].

2. METODOLOGÍA

El estudio desarrollado ha tomado como referencia las características de un utilizado en la construcción naval de buques para el transporte de gas licuado.

El estudio analizo los siguientes puntos:

- Descripción del buque estudio.

En este apartado se detallará como se ha realizado los cálculos de la obra viva del buque, así como los datos/dimensiones necesarias para dicho cálculo.

- Estudio técnico de recubrimientos sobre el casco de estudio.

En este apartado se expondrá los materiales a comparar para el recubrimiento de la obra viva del casco, haciendo hincapié en sus características (tiempo de secado, métodos de aplicación...) a través de tablas, datos e ilustraciones (gráficas).

- **Estudio económico de recubrimientos sobre el casco de estudio.**

En este tercer apartado, se realizará los cálculos (presupuesto) sobre la obra viva del casco, con el fin de obtener la cantidad de material empleado, precio de dicho material empleado y coste de la aplicación de los recubrimientos.

- **Estudio técnico – comparativo.**

Este último apartado consiste en una valoración final de carácter económico, planteándolo desde el punto de vista de la duración del recubrimiento cerámico.

2.1. BUQUE DE ESTUDIO

2.1.1. Definición de gasero

Un metanero o gasero es un buque dedicado al transporte de gas natural licuado (LNG) desde los países productores de gas natural a los países consumidores. Las características tecnológicas de estos barcos son muy sofisticadas, ya que el gas debe mantenerse a una temperatura de -160°C para largos recorridos. Son barcos con una capacidad de carga de entre 30.000 y 266.000 m^3 . En terminología marítima internacional se conocen como LNG (Liquified Natural Gas). Son buques construidos expresamente para este transporte y que no pueden dedicarse a otro tipo de carga.



Figura 20: Buque LNG [20].



2.1.2. Tipo de barco

Buque cisterna de LNG con capacidad de carga es de 13.5240 metros cúbicos de gas líquido y se informa que su calado actual es de 9,5 metros. Su longitud total (LOA) es de 284,4 metros y su ancho es de 42,5 metros.

2.1.3. Información sobre el buque

Vessel Type - Generic: Tanker - Hazard C (Minor).

Vessel Type - Detailed: LNG Tanker.

Estado: Activo.

Arqueo bruto: 90835.

DWT Verano: 77228 t.

Eslora Total x Manga Máxima: 284,4 x 42,5 m.

2.1.4. Software empleado

Para la visualización de los planos, así como para trabajar con ellos y obtener los datos necesarios para la realización de los cálculos, fue necesario la utilización del programa de AutoCAD, en su versión más reciente (Autocad 2020).

AutoCAD es una aplicación de software de dibujo asistido por ordenador (CAD) desarrollada por Autodesk que permite a dibujantes, arquitectos, ingenieros y otros profesionales crear modelos bidimensionales (2D) y tridimensionales (3D) de mallas y superficies sólidas.

Gracias a la Universidad de Cantabria, he podido registrarme gratuitamente y conseguir una licencia para la utilización del programa durante un año [43].



2.1.4.1. Planos empleados

A continuación, se verán reflejados tres planos de los cuales podemos diferenciar:

2.1.4.2. Plano de disposición general.

En el cual podremos observar que nos ofrece tres vistas distintas: vista longitudinal, vista en planta, vista frontal y vista por la inferior del buque.

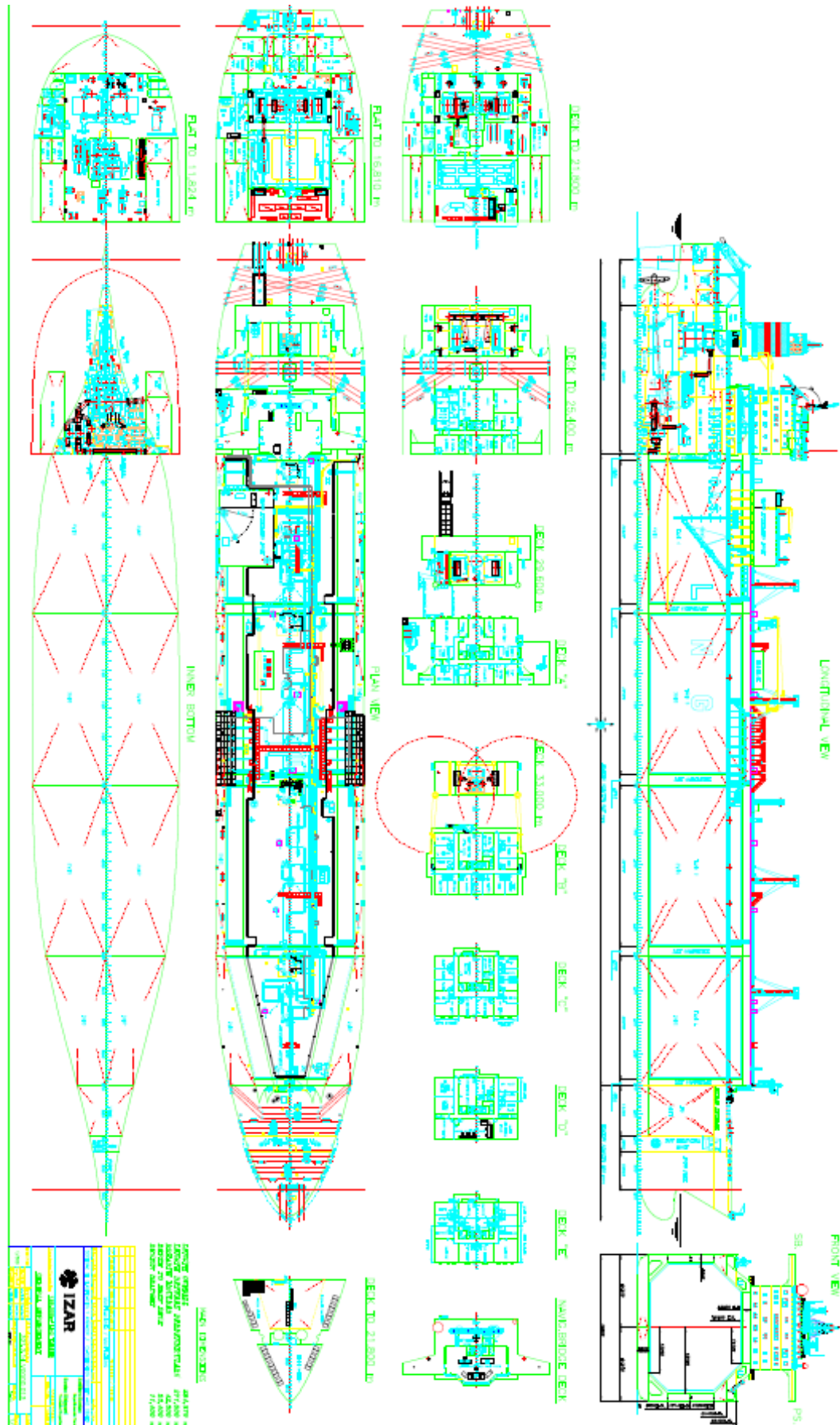


Figura 21: Disposición general Buque LNG [21].

2.1.4.3. Plano de popa

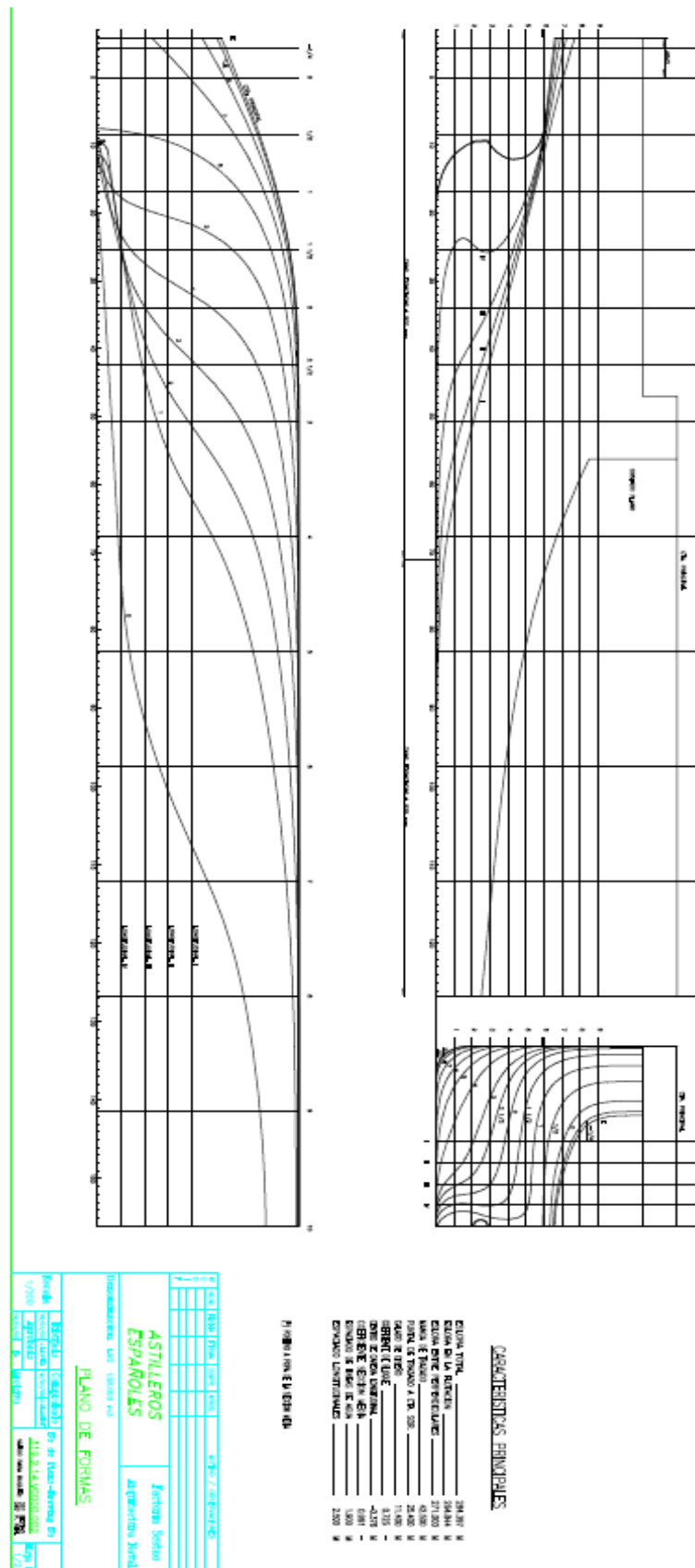


Figura 22: plano de popa del gasero [22].

2.1.4.4. Plano de proa

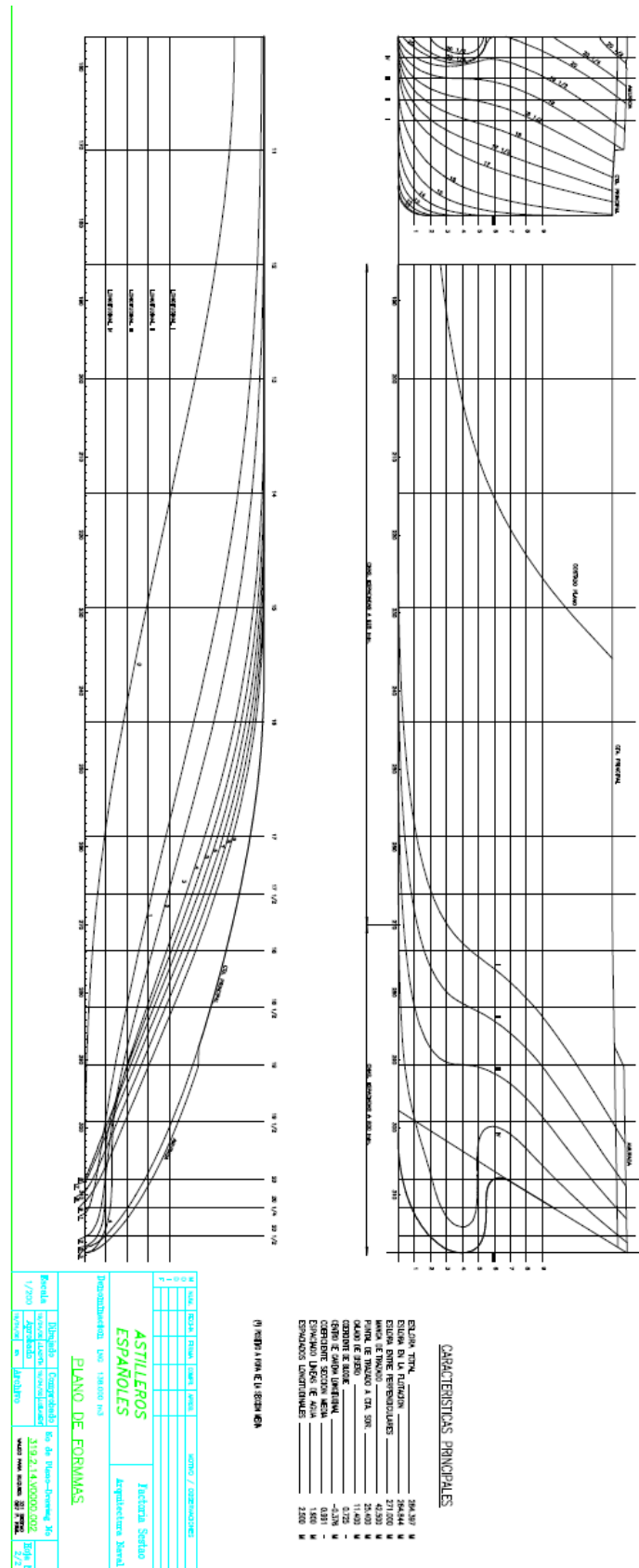


Figura 23: plano de proa [23].



2.2. Estudio técnico de recubrimientos sobre el casco de estudio.

En este apartado, se expondrán los cinco materiales a comparar (Jotamastic 87 GF, Intershield 300, Intercure 420, Intercure 200 y el recubrimiento cerámico), haciendo uso de las fichas técnicas (adjuntadas en el ANEXO I) de aquellos recubrimientos que las tienen, mencionando el proceso previo a su aplicación (chorreado), explicando el proceso de aplicación y haciendo inciso en diversas características (las horas de secado del producto, rendimiento teórico, espesor de las capas, estimación de precio...), para ello hago uso de tablas y representaciones gráficas (indicadas en el apartado de desarrollo). Hay que tener en cuenta los siguientes parámetros a la hora de realizar un presupuesto:

1. Metros cuadrados de obra viva a recubrir, (calculado en el apartado Desarrollo).
2. Rendimiento práctico de la pintura elegida (ficha técnica del producto).
3. Método de aplicación.
4. Espesores de película seca.
5. Número de capas.

2.2.1. Recubrimiento Intershield 300

Recubrimiento epóxico con aluminio, de color claro, resistente a la abrasión, que ofrece excelente protección anticorrosiva de largo plazo y capacidad de aplicación a bajas temperaturas. Este producto posee las certificaciones siguientes:

- Contacto con Alimentos - Transporte de Granos (NOHA)
- Recubrimiento de Tanques - Clasificación B1 de Recubrimiento para Tanque de Lastre (Probado por DNV/Marintek)
- Recubrimiento de Tanques - NORSOK M-501, Rev 3, Sistema 7 (Marintek)
- Resistencia al Fuego - Humo y Toxicidad (Exova Warringtonfire)
- Resistencia al Fuego - Dispersión Superficial de Flama (Exova Warringtonfire)



- Resistencia al Fuego - Cumple con la Directiva de Equipo Marino
- Agua potable - Transporte de Agua Potable (TUV, Singapore) (BS6920:2000)

2.2.1.1 Preparación de la superficie a aplicar (casco del buque)

Para la aplicación de este recubrimiento, se necesita un proceso de limpieza mediante chorro abrasivo. Esta técnica primordialmente se verá sólo en astilleros por la complejidad y costo de las máquinas a usar para su fin [51].

2.2.1.2. Superficie a preparar

Es bombardeada por pequeñas partículas de materiales abrasivos lanzados a gran velocidad por medio de aire comprimido a través de una manguera flexible dotada de la boquilla conveniente. El material empleado para la abrasión del metal se caracteriza porque puede ser granalla de acero, abrasivos sintéticos, arena, etc. Supone ser uno de los procesos más eficaces a la hora de eliminar la herrumbre, cascarilla, aceites, restos de soldadura, etc. consiguiendo al mismo tiempo una rugosidad excelente que favorece la adherencia de las capas de pintura. El metal sometido a la operación de granallado presenta una superficie muy activa y fácilmente oxidable por la humedad ambiental o contaminantes atmosféricos, por lo cual deberá recubrirse inmediatamente con pintura.

2.2.1.3. El método de aplicación

El método empleado para la aplicación de esta pintura es el sistema de pintado Airless, siendo un sistema que proyecta pintura y otros materiales con alta presión, pero sin utilizar aire. El principal problema de los equipos de pintura tradicionales es que fragmentan en gran medida las partículas cuando el material está en contacto con el aire. Esto provoca la famosa niebla o sobrepulverización. Por este motivo se desperdicia mucho material y es muy nocivo para la salud del trabajador.

Recomendado Rango de boquilla 0,66-0,79 mm (26-31 thou) Presión total del líquido de salida en la boquilla de aspersión no inferior a 211 kg/cm² (3000 p.s.i.) [52].

2.2.1.4. Rendimiento teórico:

El rendimiento teórico de la pintura es de 4.8 m²/litro a 125 micras de espesor de película seca (dft), permita factores de pérdida apropiados.

2.2.1.5. Espesor de la película Típico

El espesor típico es de 125 micras de película seca (208 micras de película húmeda). Rango 100 - 200 micras de película seca (167 - 333 micras de película húmeda) puede estar especificado dependiendo del uso final y el método de aplicación

2.2.1.7. Estimación de precio

Un barril de 18 litros de pintura cuesta 463,16 euros, lo que supone un total de 25,73 euros el litro de pintura.

2.2.2. Recubrimiento Jotamastic 87 GF

Es un recubrimiento epoxi mastic de dos componentes, curado con poliaminas. Es un producto "surface tolerant", de altos sólidos y de alto espesor. Está reforzado con fibra de vidrio para una mejor resistencia a la abrasión y a arañazos. Especialmente formulado para áreas donde una preparación de superficies óptima no es posible o requerida. Proporciona una protección duradera en ambientes con alta corrosividad. Su uso está enfocado a aplicarse como imprimación, intermedia, acabado o sistema monocapa en ambientes tanto de no inmersión como de inmersión. Adecuado para superficies correctamente preparadas de acero y de pintura envejecida. Puede aplicarse a temperaturas de superficie inferiores a 0 °C [53].

2.2.2.1. Preparación de la superficie a aplicar (casco del buque):

Para asegurar una adherencia duradera de las siguientes capas, todas las superficies deberán estar limpias, secas y exentas de cualquier contaminación. Mediante la preparación de superficie recomendada se consigue un resultado óptimo, incluyendo adherencia, protección anticorrosiva, resistencia térmica y resistencia química.

<i>Substrato</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Recomendado</i>
<i>Acero al carbono</i>	<i>St 2 (ISO 8501 – 1)</i>	<i>Sa 2 (ISO 8501-1)</i>
<i>Shopprimer para acero</i>	<i>Shop primer limpio, seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1)</i>	<i>Sa 2 (ISO 8501-1)</i>
<i>Superficies pintadas</i>	<i>Recubrimiento compatible, limpio, seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1.4)</i>	<i>Recubrimiento compatible, limpio seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1.4)</i>

Tabla 2: resumen de la preparación de superficies [2].

2.6.2.2. El método de aplicación.

El método más recomendado según la ficha técnica del producto es nuevamente el sistema Airless.

2.2.2.3. Espesor de película por capa y rendimiento teórico

CATALIZADOR ESTÁNDAR

Espesor de película Seca	200 – 350 μm
Espesor de película Húmeda	250 – 440 μm
Rendimiento teórico	4 – 2,3 m^2/l

Utilizando un catalizador estándar, el fabricante nos indica cual debe ser el espesor de las películas del recubrimiento, así como cuál es su rendimiento teórico.

CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS

Espesor de Película Seca	200 – 300 μm
Espesor de Película Húmeda	285 – 430 μm
Rendimiento teórico	3,5 – 2,3 m^2/l

Utilizando un catalizador de bajas temperaturas, observamos ciertas variaciones en el espesor de las películas, pudiendo llegar a necesitarse más o menos dependiendo del uso final y su método de empleo.

2.2.2.5. ESTIMACIÓN PRECIO

Un barril de 20 litros de pintura cuesta 294,79 euros, lo que supone un total de 14,73 euros el litro de pintura.

2.2.3. Recubrimiento Intercure 420

Se trata de Recubrimiento epoxídico de óxido de hierro micáceo de dos componentes, elevado contenido en sólidos y bajo VOC formulado sobre tecnología de polímeros patentada que proporciona endurecimiento y pintado rápidos incluso en condiciones de bajas temperaturas.

2.2.3.1. Preparación de la superficie

Todas las superficies a recubrir deben estar limpias, secas y exentas de contaminación. Antes de la aplicación de la pintura, deben evaluarse todas las superficies y tratarse de acuerdo con la norma ISO 8504:2000. El aceite y la grasa deben eliminarse de acuerdo con el procedimiento de limpieza mediante disolvente SSPC-SP1 [54].

2.2.3.2. método de aplicación

El material se suministra en dos recipientes como una unidad. Mezclar siempre una unidad completa en las proporciones suministradas. Una vez mezclada la unidad, deberá utilizarse dentro del tiempo de vida útil especificado a través del sistema Airless con un Rango de boquilla 0,43-0,53 mm (17-21 milésimas) Presión total del líquido de salida en la boquilla pulverizadora no inferior a 176 kg/cm² (2503 p.s.i.).

2.2.3.3. Espesor de la película y rendimiento teórico

El espesor recomendado es de 100-150 micras (4-6 mils) en seco, equivalente a 143-214 micras (5,7-8,6 mils) en húmedo y el rendimiento teórico 5,60 m²/litro a (125 micras DFT con los sólidos en volumen establecidos 225 sq.ft./galones US a 5 mils con los sólidos en volumen establecidos.

2.2.3.4. Estimación precio

El barril de 20 litros de este producto cuesta un total de 355,66 euros, lo que supone que el precio por litro sea de 17,78 euros/litros.

2.2.4. Recubrimiento Interline 399

Revestimiento epoxi novolac de dos componentes y altas prestaciones, para el interior de depósitos, con excelente resistencia a elevadas temperaturas y a los disolventes.

2.2.4.1. Preparación de la superficie

Todas las superficies a recubrir deben estar limpias, secas y exentas de contaminación. Antes de la aplicación de la pintura, deben evaluarse todas las superficies y tratarse de acuerdo con la norma ISO 8504:2000. Cuando sea necesario, deberán eliminarse las proyecciones de soldadura y esmerilarse las juntas de soldadura y los bordes afilados. El aceite y la grasa deben eliminarse de acuerdo con el procedimiento de limpieza mediante disolvente SSPCSP1.

2.2.4.2. Método de aplicación

Debe de aplicarse con los procedimientos de trabajo de International Protective Coatings para la aplicación en forros aislantes para depósitos. El material se suministra en dos recipientes como una unidad y se debe de mezclar siempre una unidad completa en las proporciones suministradas. Una vez mezclada la unidad, deberá utilizarse dentro del tiempo de vida útil especificado a través del sistema Airless con un rango de boquilla 0,43-0,53 mm (17-21 milésimas) Presión total del líquido de salida en la boquilla pulverizadora no inferior a 176 kg/cm² (2503 p.s.i.) o con una pistola convencional (presión de calderín).

2.2.4.3. Espesor y rendimiento teórico

El espesor recomendado es de 85-125 micras (3,4-5 mils) en seco, equivalente a 127-187 micras (5,1-7,5 mils) en húmedo y el rendimiento teórico de 6,70 m²/litro a (100 micras DFT con los sólidos en volumen establecidos 269 sq.ft./galones US a 4 mils con los sólidos en volumen establecidos.

2.2.4.4. Estimación precio

El barril de 20 litros tiene un precio de 739,86 euros, con lo cual el precio del litro es de 39,49 euros/litro.

2.2.2.6. Recubrimiento cerámico

La aplicación de recubrimientos cerámicos en el sector naval está todavía en desarrollo, lo cual significa que en un futuro sea posible la reducción de gastos a través de nuevas tecnologías y procesos. La estimación del coste de la aplicación de cerámicas puede estar entre 9 y 15 euros/m², siendo necesaria emplear un total del 3-5 kg del material por m² a lo largo de 1 hora a través del proceso de spray GMAW.

El espesor recomendado para el uso de este material es de unas 600 micras, requiriendo una única capa la cual no tiene tiempo de secado alguno debido al sistema de aplicación por soldadura GMAW, el cual aplica el recubrimiento sobre el casco del barco a unos 800°C.

La vida útil de este recubrimiento oscila entre 20-25 años, suponiendo ser un recubrimiento que durará la vida completa del buque [34].

En la tabla 3 podemos observar por qué elementos está formado el recubrimiento cerámico.

MUESTRA 2 (ESMALTE BLANCO)	ZONA EXTERNA		ZONA INTERNA 1		ZONA INTERNA 2	
	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 1	Análisis 2
O	58,33	58,15	59,43	58,83	58,98	57,09
Na	9,5	9,43	8,48	8,5	8,39	8,86
Mg	0,8	0,73	0,57	0,66	-	-
Al	3,87	3,59	2,74	2,54	2,86	3,08
Si	18,99	19,17	19,19	19,73	21,73	21,19
P	1,09	0,92	1,1	1,13	-	-
K	2,13	2,4	2,32	2,3	1,76	1,52
Ti	5,28	5,6	6,19	6,31	1,3	0,92
Ca	-	-	-	-	4,01	3,87
Fe	-	-	-	-	0,99	0,61
F	-	-	-	-	-	2,86

Tabla 3: composición del material cerámico [3].

Entre los elementos que nos encontramos en la tabla 3 cabe destacar el titanio (Ti), debido a las propiedades que lo caracterizan siendo una combinación de gran resistencia, rigidez, tenacidad, baja densidad y buena resistencia a la corrosión proporcionada por varias aleaciones de titanio a muy baja y elevada temperatura, permiten un ahorro de peso en estructuras aeroespaciales y otras aplicaciones de alta rendimiento [55]. El método empleado es el proceso de soldadura basado en una aplicación tipo spray, empleado por lo general por espesores, libre de salpicaduras ofreciéndonos un arco de soldadura bastante estable. Se suele emplear una mezcla de gases argón y CO₂, siendo el argón el gas mayoritario suponiendo ser el 80% de la mezcla.

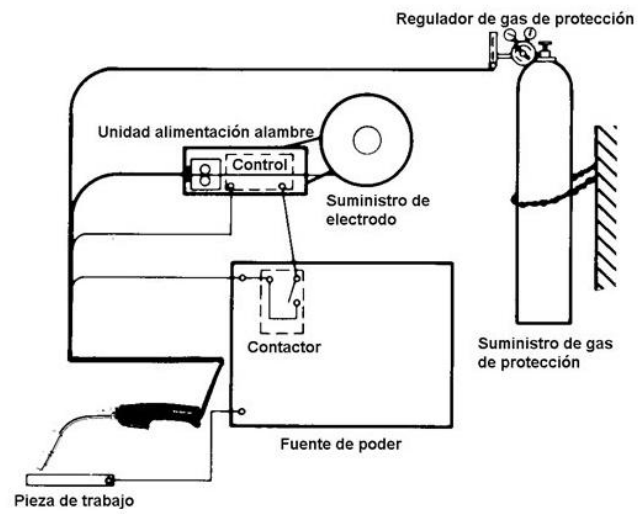


Figura 26: Método de aplicación del GMAW [26].

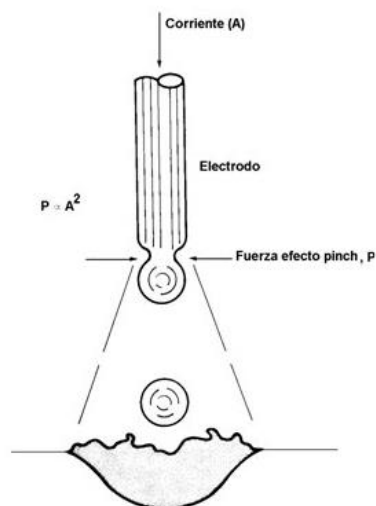


Figura 27: Sistema spray GMAW [27].

2.3. Estudio económico de recubrimientos sobre el casco de estudio.

En este apartado quedara reflejado la cantidad de material empleada por cada recubrimiento, el precio de este y el precio de la aplicación del material, dejando en cada apartado una representación gráfica comparativa. Para ello, hacemos uso del cálculo de la obra viva del casco calculado en el apartado anterior y de los datos obtenidos de las fichas técnica ya reflejadas en el anterior apartado.

2.3.1. Cantidad de material empleado en cada recubrimiento

- **Intershield 300**

El rendimiento teórico es de 4,8 m²/l, sabiendo que la obra viva del casco son **14.999,61262 m²**

$$14.999,6162/4.8 = 3.124,9192 \text{ litros}$$

- **Jotamastic 87 GF**

El rendimiento teórico a temperatura ambiente (haciendo una media) es de 3,15 m²/l, con lo que obtenemos:

$$14.999,6162/3,15 = 4.761,78 \text{ litros}$$

- **Intercure 420**

el rendimiento teórico a temperatura ambiente es de 5,60 m²/litro, con lo cual obtenemos:

$$14.999,6162/5,60 = 2.678,50 \text{ litros}$$



- **Interline 399**

El rendimiento teórico a temperatura ambiente es de 6,70 m²/litro. Con lo cual obtenemos:

$$14.999,6162/6,70 = 2.238,74 \text{ litros}$$

- **Recubrimiento cerámico**

Conocemos que es necesario aplicar entre 3 – 5 kg de material por metro cuadrado, para calcular la cantidad de pintura necesaria para el casco, cogeremos la media, siendo 4kg/ m². Con lo que obtenemos:

$$14.999,6162 * 4 = 59.998,45 \text{ kg}$$

2.3.2. Precio de material empleado en cada recubrimiento

Conociendo las cantidades de pintura empleada por cada recubrimiento, obtenemos lo siguiente:

- **IntershielD 300**

$$3.124,9192 \text{ litros} * 25,73 = 80.404,1734 \text{ euros}$$

- **Jotamastic 87 GF**

$$4.761,78 \text{ litros} * 14,73 = 70.141,06 \text{ euros}$$

- **Intercure 420**

$$2.678,50 * 17,78 = 47.623,73 \text{ euros}$$

- **Interline 399**

$$2238,74 * 39,49 = 88.407,84 \text{ euros}$$

- **Recubrimiento cerámico**

Conocemos que el precio medio por metro cuadrado es de 12 euros, también sabemos que se emplean 4 kg de material por metro cuadrado, con lo cual obtenemos un precio del material de 3 euros por kg.

$$59.998,45 * 3 = 179.995,35 \text{ euros}$$

2.3.3. Precio de la aplicación del material sobre el casco

Los tres recubrimientos, les supondremos unos costes de preparación de la superficie del material igual, el cual es el chorreado, siendo un precio estimado de 15 euros/m².

$$14.999,6162 * 15 = 224.994,243 \text{ euros}$$

- **Coste sistema Airless**

El coste para la aplicación de la pintura a través del sistema Airless es de unos 4,5 euros/m², siendo:

$$14.999,6162 * 4,5 = 67.498,27 \text{ euros}$$

- **Sistema GMAW**

Su coste de aplicación de la pintura supone una media de 12 euros por metro cuadrado

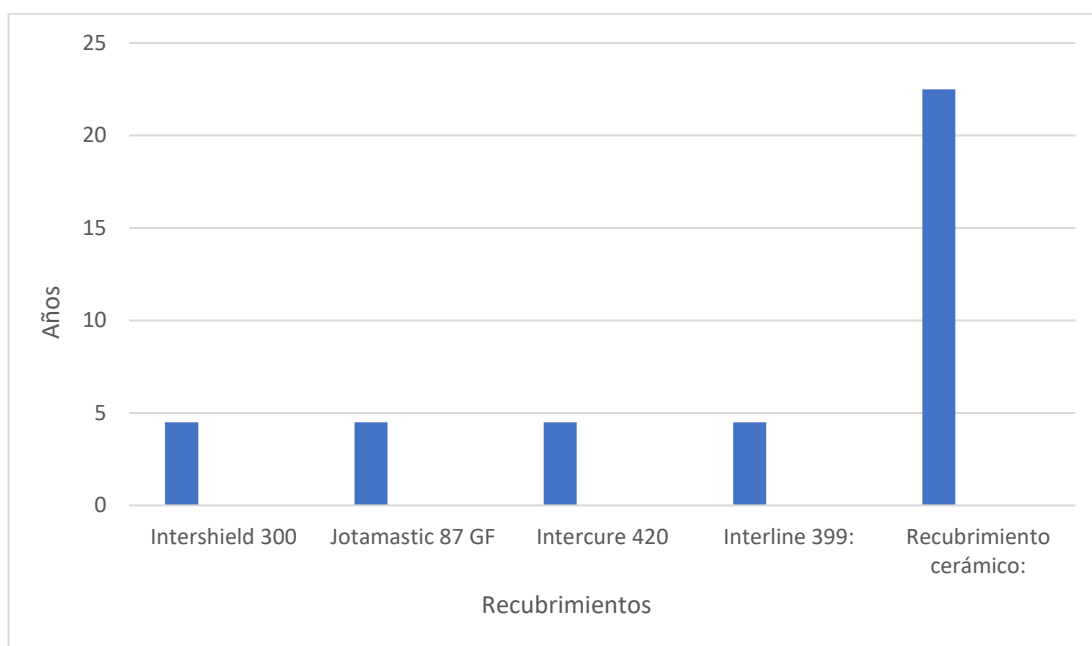
$$12 \text{ euros} * 14.999,6162 \text{ m}^2 = 179.995,3944 \text{ euros}$$

2.4. Estudio técnico – comparativo.

Por último, se realizará una estimación del presupuesto durante la vida útil del recubrimiento más longevo (cerámico) calculando cual serie el precio total de los materiales durante ese periodo, teniendo en cuenta gastos de aplicación del material y del propio material, y exponiendo los datos hallados en una gráfica comparativa.

Presupuesto total

Una vez obtenidos todos los datos anteriores, hay que tener en cuenta la duración de estos materiales en servicio (datos dados por el director del trabajo, en base a su experiencia profesional), en la gráfica 1, se muestra la media de la vida útil entre los distintos recubrimientos.



Gráfica 1: Gráfica comparativa de la vida útil de los diferentes recubrimientos [1].

Como podemos observar, todos los recubrimientos excepto el cerámico, tienen una vida útil de 4,5 años, mientras que el cerámico tiene una vida útil de media de 22,5 años.

Con estos datos podemos deducir que, durante la vida completa del recubrimiento cerámico, los recubrimientos convencionales tienen que aplicarse un total de 5 veces, elevando su precio total.

Para la realización del presupuesto hemos tenido en cuenta el precio del material empleado encada recubrimiento (ya calculado en el apartado 2.3.2.), que sería el primer valor al cual se le sumará el coste de la aplicación del sistema Airless (67.498,27). Una vez sumados los valores, se les multiplica

por un total de cinco veces, que corresponden al número de repintados que va a necesitar los recubrimientos exceptuando el cerámico.

El precio del recubrimiento cerámico está ya calculado en los apartados 2.3.2. y 2.3.3.

- **Intershield 300:** $(80.404,173 + 67.498,27) * 5 = 871.538,443$ euros
- **Jotamastic 87GF:** $(70.141,06 + 67.498,27) * 5 = 688.196,65$ euros
- **Intercure 420:** $(47.623,73 + 67.498,27) * 5 = 575.610$ euros
- **Interline 399:** $(88.407,8426 + 67.498,27) * 5 = 779.530,563$ euros
- **Recubrimiento cerámico:** 179.995,3944 euros

3. DESARROLLO

3.1. DESCRIPCIÓN BUQUE DE ESTUDIO

3.1.1. Introducción

En este apartado se van a realizar una estimación de la obra viva del buque gasero a partir de las dimensiones dadas a través de los planos del buque, explicando paso a paso el desarrollo de la fórmula empleada para hallar dicho valor. En la tabla 4, podemos observar las dimensiones aportadas por los planos del buque gasero:

Eslora total	284,397 metros
Eslora en la flotación	264,844 metros
Eslora entre perpendiculares	271,00 metros
Manga de trazado	42,500 metros
Puntal de trazado a cte. Sor.	25,400 metros
Calado de diseño	11,400 metros
Coeficiente de bloque	0,725
Centro de carena longitudinal	-0,376 metros
Coeficiente sección media	0,991 metros
Espaciado líneas de agua	1,900 metros
Espaciados longitudinales	2,500 metros

Tabla 4: dimensiones principales del buque [4].



Para la realización de los cálculos he seguido el método aproximado descrito en: *AN APPROXIMATE POWER PREDICTION METHOD* de J. Holtrop y G.G.J. Mennen.

La fórmula empleada es la siguiente:

$$S = L(2T + B(\sqrt{CM}(0,453 + 0,4425CB - 0,2862CM - 0,003467 B/T + 0,3696Cwp) + 2,38 ABT/CB$$

En donde nos encontramos que:

S: Superficie de la obra viva del casco.

Lpp: Eslora del buque entre perpendiculares.

B: Manga de trazado.

CM: Coeficiente de la cuaderna maestra.

CB: Coeficiente de bloque.

T: Calado de diseño.

Cwp: Coeficiente de finura.

ABT: Área transversal del bulbo.

3.1.2. Definición de los valores necesarios para el cálculo de la obra viva:

(S). La obra viva de un buque es la superficie sumergida de un buque. Es la parte del casco que, de forma permanente y con la máxima carga admisible, está sumergida. Normalmente, se distingue con un color rojo u ocre [3].

(Lpp). Se trata de la eslora entre perpendiculares, distancia entre la perpendicular de popa (Ppp) y la perpendicular de proa (Ppr).



Figura 24: Dimensiones de un buque [24].

(B) Manga de trazado: Se trata de la distancia que encontramos por dentro de la cuaderna maestra (sin contar el forro).

(CM): El coeficiente de la maestra se define como la relación entre la elección sumergida de esa sección media y el producto de manga en la flotación por el calado.

(CB): C_b es la relación entre los volúmenes de la carena de un casco y el del paralelepípedo que lo contiene (L =Eslora, B =Manga y T =Calado).

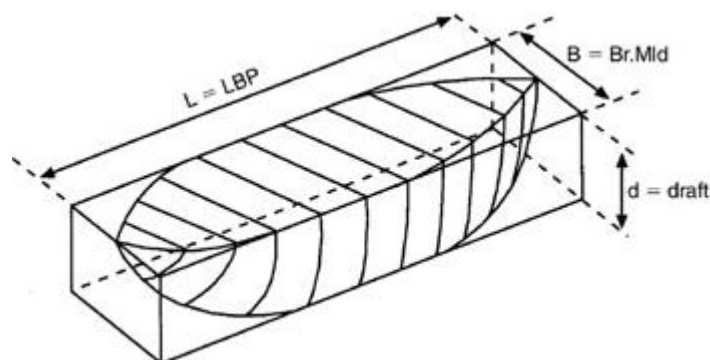


Figura 25: Representación gráfica del coeficiente de bloque [25].

(T): Calado de diseño: El calado de diseño es el que tú eliges para tu buque, es decir, atendiendo a una serie de condicionantes, tú fijas tu calado de proyecto.



(Cwp): se define coeficiente de finura como la relación entre el área de la línea de agua entre la eslora por la manga.

ABT: Es la altura sobre la línea base del punto más a proa del bulbo. Este parámetro se adimensiona con el calado (HH_{xx}/TT).

3.1.3. Estimación del coeficiente de la maestra

Para la realización de este cálculo se han empleado cuatro métodos distintos. El coeficiente de la cuaderna debe estar entre los siguientes valores:

$$0,990 < CM < 0,997$$

Los métodos a emplear son los expuestos en los siguientes apartados.

3.1.3.1. Kerlen

La ecuación de Kerlen establece una relación con el Coeficiente de Bloque, (cuyo valor nos viene dado), dependiendo de este para su cálculo:

$$CM = 1,006 - 0,0056 * CB^{3,56}$$

Sustituimos y el valor sería el siguiente:

$$CM = 0,988$$

3.1.3.2. HSVA

La ecuación dada por HSVA indica que el coeficiente de la cuaderna maestra es inversamente proporcional al coeficiente de bloque:

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - CB)^{3,5}}$$

Sustituimos el valor y el resultado sería el siguiente:

$$CM = 0,990$$



3.1.3.3. J. Torroja

La ecuación de J. Torroja establece una relación del coeficiente de la cuaderna maestra con el numero Froude:

$$CM = 0,75 + (1 - Fn)^4$$

Número de Froude

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$$

La velocidad media del Cádiz Knutsen es de $V = 12$. Por lo tanto, el numero Froude nos da como resultado:

$$Fn = 0,2404$$

Sustituimos valores y el resultado sería el siguiente:

$$CM = 1,08$$

3.1.3.4. Arnaldos

El último método presenta la relación entre el coeficiente de bloque y la cuaderna maestra de la siguiente forma:

$$CM = 0,526 + \frac{0,49}{CB} - \frac{0,165}{CB^2}$$

Sustituimos el valor y el resultado nos daría:

$$CM = 0,887$$

En la tabla 3 de contenido, se expondrá un resumen de los datos obtenidos:

Métodos utilizados	Coeficiente de la cuaderna Maestra
Kerlen	0,988
Hsva	0,990
J.Torroja	1,082
Arnaldos	0,887

Tabla 3: Resumen de los resultados hallados [3].

Una vez obtenido todos los valores, nos damos cuenta de que solo uno de ellos cumple los parámetros establecidos anteriormente, resultando ser el método HSVA.

$$CM = 0,990$$

3.1.4. Estimación del coeficiente de área de flotación y del área de flotación

A continuación, observaremos la ecuación requerida para calcular el parámetro:

$$CF = \frac{WPA}{L * B} = \frac{L * B * CF}{L * B}$$

Para ello lo primero será hallar el coeficiente de flotación el cual debe estar entre los siguientes valores:

$$0,70 < CF < 0,90$$

Ecuación:

$$CF = \frac{1 + 2 * CB}{3}$$

Una vez sustituimos los valores, el resultado nos da:

$$CF = 0,8166$$

Una vez hallado este valor, sustituimos y hallamos el área de flotación:

$$WPA = 9405,19 \text{ m}^2$$

3.1.5. Área transversal del bulbo

Para la realización de dicho cálculo, deberemos hacer una aproximación tomando como referencia otro buque, para ello, tomaremos como referencia un Buque LNG de membrana, sobre el cual se ha hecho un estudio [9]. Observaremos una base de datos de gaseros, eligiendo el buque que más se aproxime al nuestro, como conclusión tomaremos como aproximación los del buque Iñigo Tapias, cuyas dimensiones son bastante parejas a las del buque en cuestión.

L (m.)	B (m.)	D (m.)	T (m.)	LBD (m³)
271,5	43,3	26	11,5	307215,93

Tabla 5: dimensiones del buque LNG de membrana [4].

En dicho trabajo, halla el área transversal del bulbo (el cual es el de forma de gota de agua al igual que el que está presente en los planos), a través de una tabla del libro “*El Proyecto Básico del Buque Mercante*”.

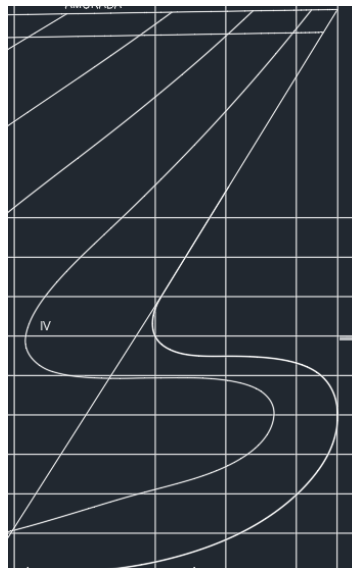


Figura 26: Bulbo del buque L.N.G [26].



Interpolando en esta tabla con los valores de $L/B = 6,2430$ y $C_b = 0,7673$, tenemos que:

$$ABT = 10,1 \text{ m}^2$$

3.1.4.1 Parámetros a cumplir

A continuación, veremos si con los datos del buque L.N.G se cumplen los siguientes parámetros para su aplicación.

- Campo de aplicación del bulbo de proa $0,65 < C_B < 0,815$

Como veremos a continuación el valor de nuestro coeficiente de bloque es de 0,725 por lo que observamos que queda dentro del intervalo de valores.

- $5,5 < L/B < 7,0$,

El resultado de dicha relación es $L/B = 6,36$ por lo que observamos que coincide con el intervalo de valores anteriores.

- $C_B^* B/L < 0,135$,

El resultado de esa operación es $C_B^* B/L = 0,1136$ por lo que vemos que cumple con la anterior desigualdad.

3.1.6. Obra viva del casco

Ya conocidos todos los parámetros necesarios para calcular de forma aproximada la obra viva del casco del buque L.N.G., procedemos a sustituir valores, dándonos como valor:

$$S = L(2T + B(\sqrt{CM}(0,453 + 0,4425CB - 0,2862CM - 0,003467 B/T + 0,3696C_{wp})) + 2,38 ABT/CB = 14999,61262 \text{ m}^2$$

$$\mathbf{S = 14999,61262 \text{ m}^2}$$

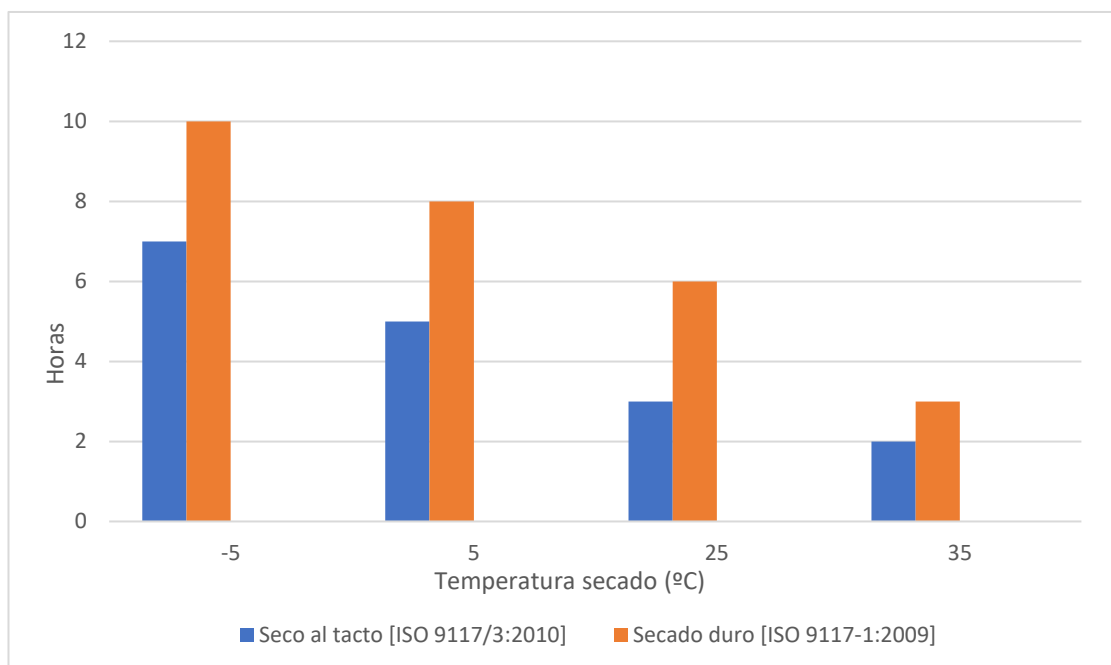
3.2. ESTUDIO TÉCNICO DE RECUBRIMIENTOS SOBRE EL CASCO DE ESTUDIO.

En este apartado realizaremos el análisis comparativo entre los tiempos de secado de las pinturas acorde con sus fichas técnicas, mediante el uso de tablas y gráficas.

- 3.2.1. Información de secado Intershield 300

Información de Secado	-5°C	5°C	25°C	35°C
Seco al tacto [ISO 9117/3:2010]	7 h	5 h	3 h	2 h
Secado duro [ISO 9117-1:2009]	10 h	8 h	6 h	3 h
Vida útil en recipiente	6 h	6 h	2,5 h	1 h

Tabla 6: Información del secado del recubrimiento [6].



Gráfica 2: Representación gráfica de la información secado [2].

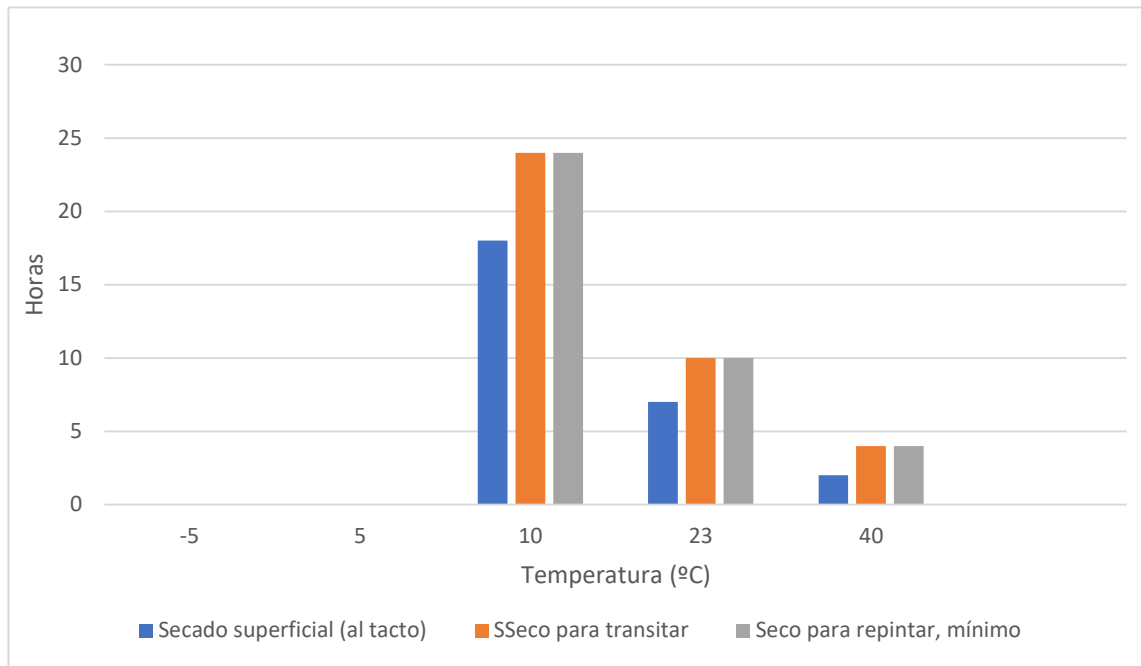
En la gráfica 2 podemos apreciar cómo;

- A -5°C: Seco al tacto [ISO 9117/3:2010] se seca un 30% más rápido que seco al tacto [ISO 9117/3:2010].
- A 5°C: Seco al tacto [ISO 9117/3:2010] se seca un 37,5% más rápido que seco al tacto [ISO 9117/3:2010].
- A 25°C: Seco al tacto [ISO 9117/3:2010] se seca un 50% más rápido que secado duro [ISO 9117-1:2009].
- A 35°C: Seco al tacto [ISO 9117/3:2010] se seca un 33,3% más rápido que secado duro [ISO 9117-1:2009].

3.2.2. Información de secado Jotamastic 87 GF

Temperatura	-5°C	0°C	5°C	10°C	23°C	40°C
Secado superficial (al tacto)				18 h	7 h	2 h
Seco para transitar				24 h	10 h	4 h
Seco para repintar, mínimo				24 h	10 h	4 h
Seco/Curado para entrar en servicio				336 h	168 h	48 h

Tabla 7: tiempos de secado según la temperatura [7].



Grafica 3: Representación gráfica de la tabla 7 [3].

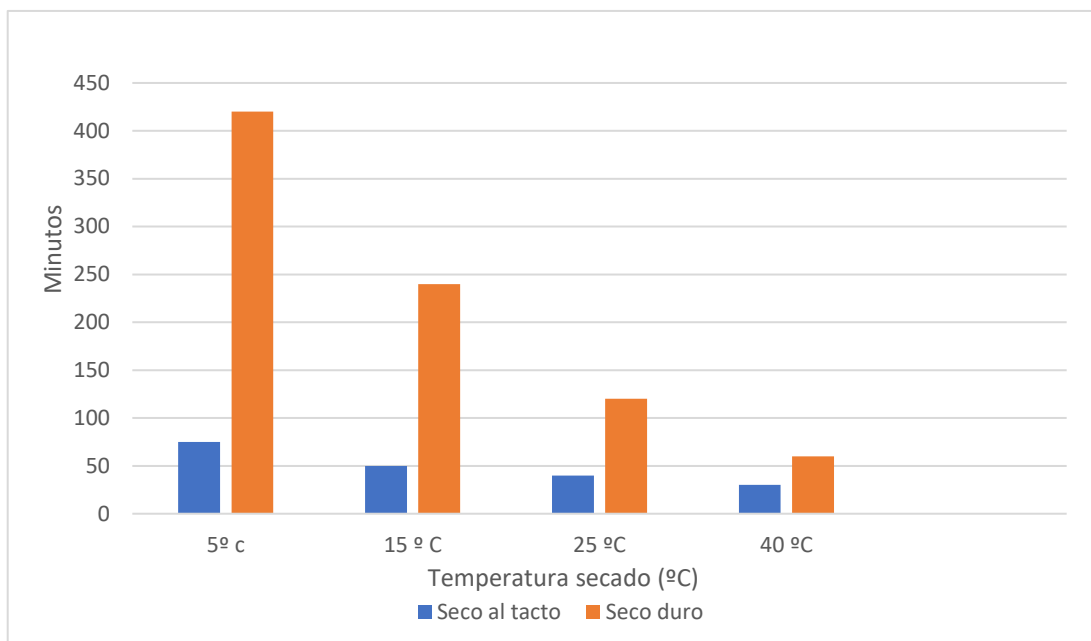
En la gráfica 3 podemos observar cómo:

- A 10°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 25% más rápido que seco para transitar y seco para repintar, mínimo.
- A 23°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 30% más rápido que seco para transitar y seco para repintar, mínimo.
- A 40°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 50% más rápido que seco para transitar y seco para repintar, mínimo.

3.2.3. Información de secado del Intercure 420

Temperatura	5° C	15 °C	25 °C	40 °C
Seco al tacto	75 min	50 min	40 min	30 min
Seco duro	420 min	240 min	120 min	60 min
Repintado (Mínimo)	350 min	180 min	120 min	60 min
Repintado (Máximo)	Prolongado	Prolongado	Prolongado	Prolongado

Tabla 8: tiempos de secado del recubrimiento intercure 420 [8]



Grafica 4: Representación gráfica de la tabla 8 [4].

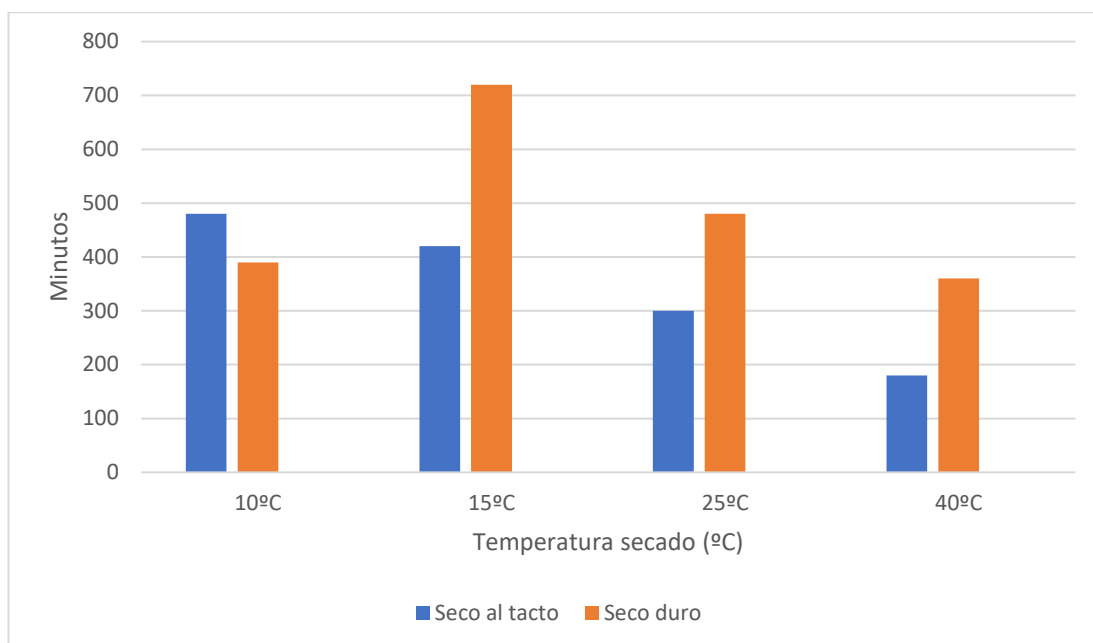
En la gráfica 4 podemos observar cómo:

- A 5°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 82,14% más rápido que seco duro.
- A 15°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 79,16% más rápido que seco duro.
- A 25°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 66,66% más rápido que seco duro.
- A 40°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 50% más rápido que seco duro.

3.2.4. Información de secado del Interline 399

Temperatura	Seco al tacto	Seco Duro	Repintado (mínimo)	Repintado (máximo)
10°C	480 min	390 min	2160 min	12960 min
15°C	420 min	720 min	1440 min	11520 min
25°C	300 min	480 min	960 min	10080 min
40°C	180 min	360 min	960 min	8640 min

Tabla 9: información de secado del recubrimiento Interline 399 [9]



Gráfica 5: representación gráfica de la tabla 9 [5].

En la gráfica 5 podemos observar cómo:

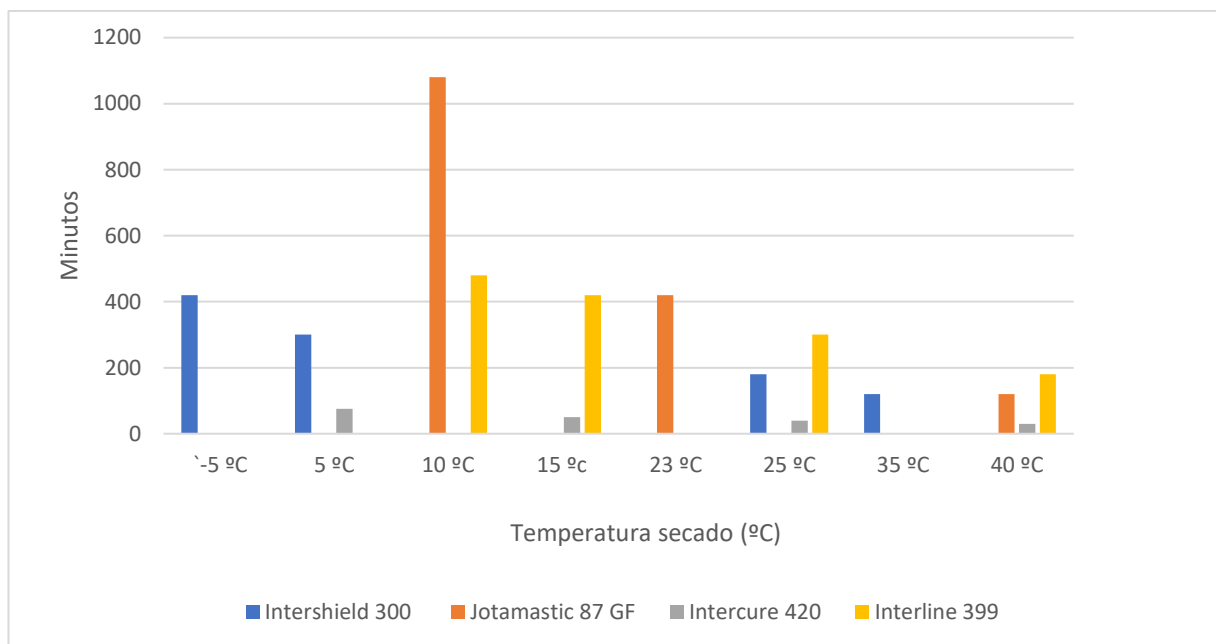
- A 10°C: Secado duro, se seca un 18,75% más rápido que el secado superficial (al tacto).
- A 15°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 41,66% más rápido que seco duro.
- A 25°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 37,5% más rápido que seco duro.
- A 40°C: Secado superficial (al tacto) se seca un 50% más rápido que seco duro.

3.2.5. Estudio comparativo entre los distintos recubrimientos.

En el siguiente apartado, se mostrarán dos gráficos comparativos, siendo el primero el tiempo empleado en el secado al tacto y en el segundo el tiempo empleado en el secado duro. En dichas gráficas no se contempla el tiempo de secado del recubrimiento cerámico, debido a su método de aplicación por soldadura (explicado anteriormente).

Toda la información empleada para la elaboración de este gráfico se ha recogido de los apartados anteriores y de las fichas técnicas de cada recubrimiento.

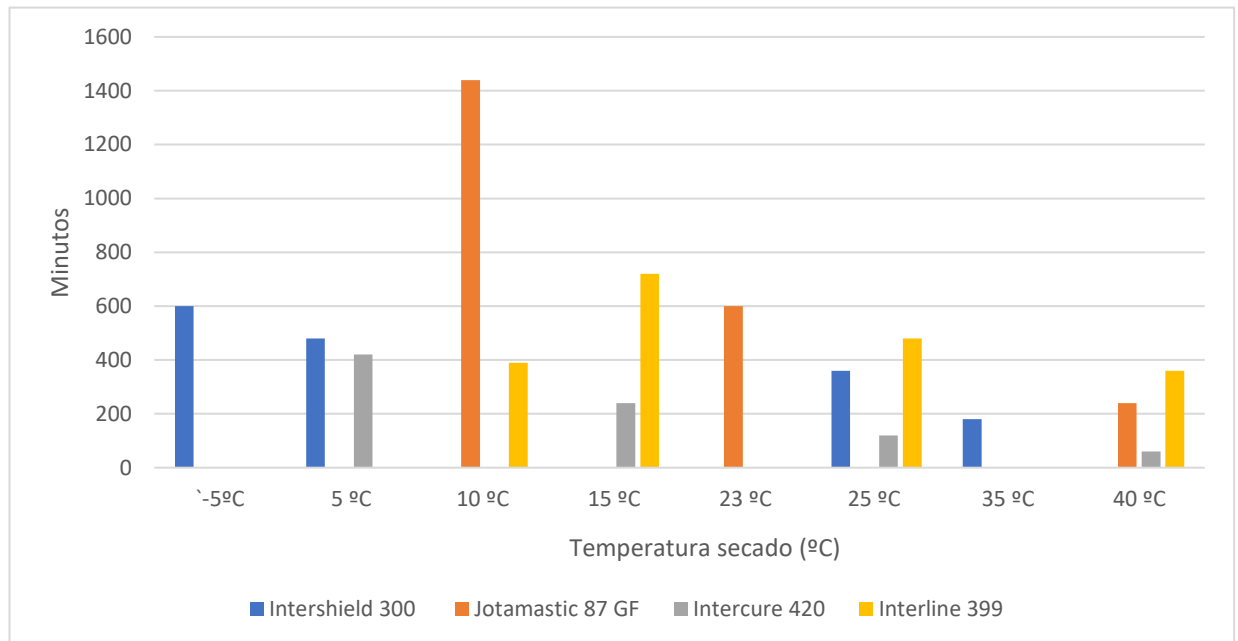
A continuación, en la gráfica 6, se detallará el tiempo de secado al tacto entre los distintos recubrimientos:



Gráfica 6: Tiempo de secado al tacto entre los distintos recubrimientos [6].

Como podemos observar el Intercure 420 es el que tiene una mayor velocidad de secado sobre el resto de los recubrimientos.

En la gráfica 7, se detallará los tiempos de secado duro entre los diferentes recubrimientos:

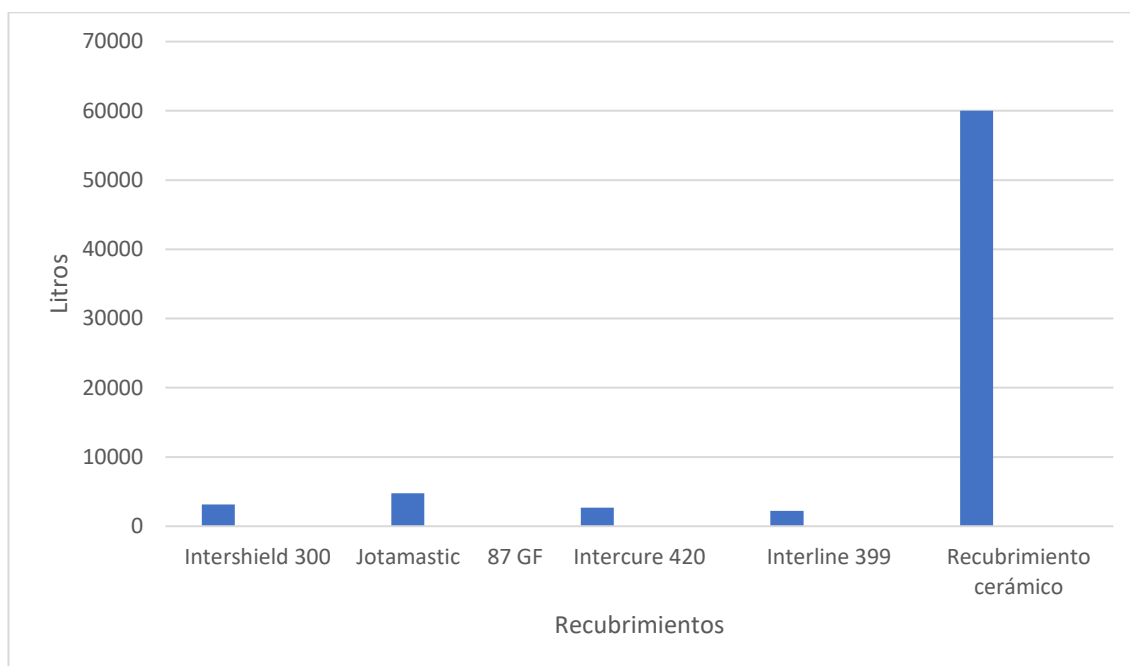


Gráfica 7: Tiempo de secado duro entre los distintos recubrimientos [7].

Como podemos observar, nuevamente el Intercure 420 es el que tiene los menores tiempos de secado.

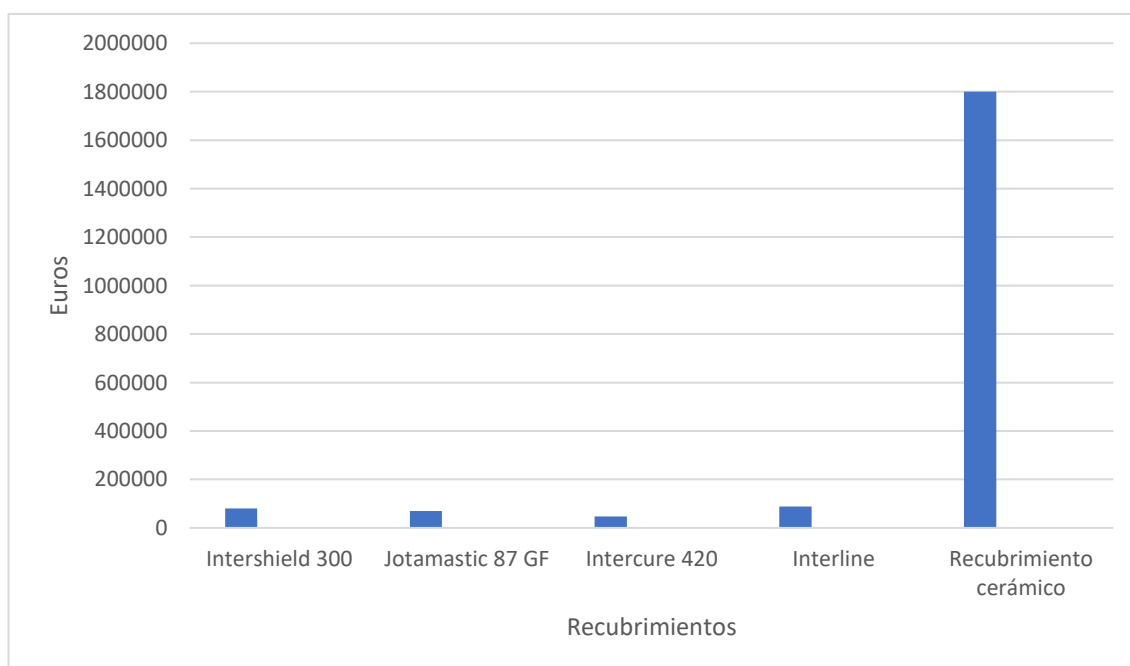
3.3. ESTUDIO ECONÓMICO DE RECUBRIMIENTOS SOBRE EL CASCO DE ESTUDIO.

En la gráfica 3 podemos observar las grandes diferencias que existen entre las cantidades de recubrimiento utilizado para las diferentes aplicaciones, donde destaca el recubrimiento cerámico con un 12 veces más material que la medida del resto de recubrimientos.



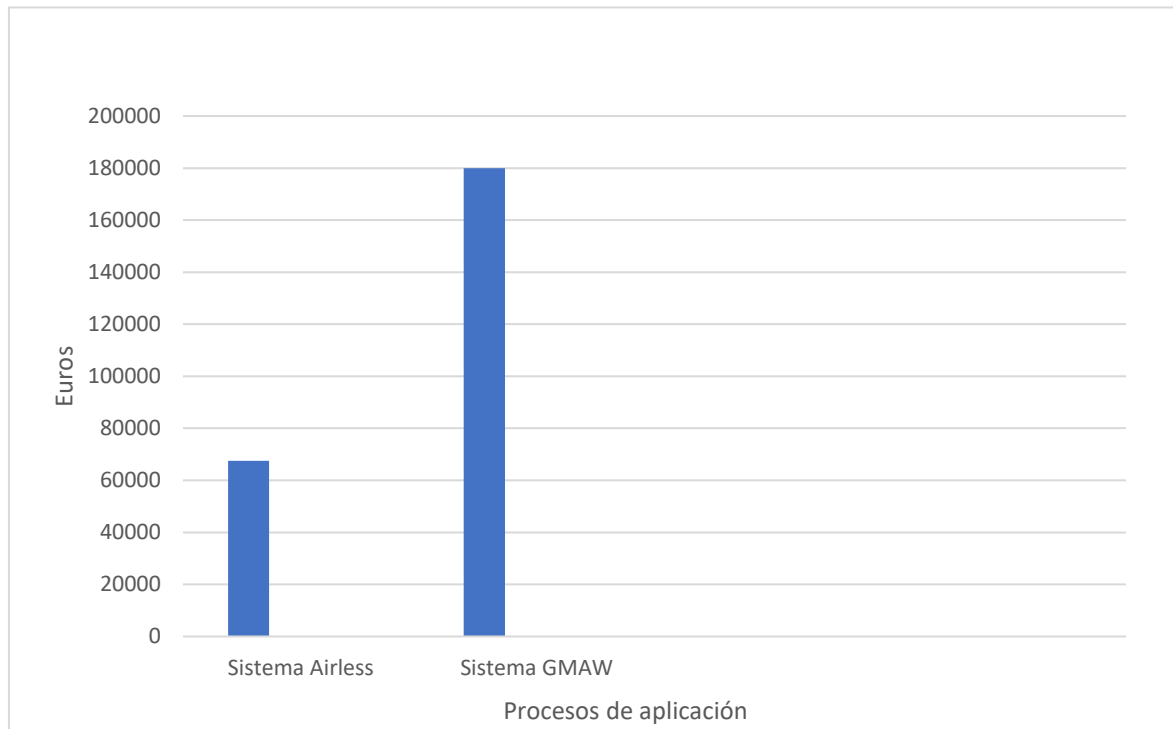
Gráfica 8: Representación gráfica de la cantidad de material empleado en la obra viva del casco [8].

Concretamente, la gráfica 8 nos revela que el recubrimiento cerámico emplea un 92,06% más de recubrimiento que Jotamastic 87 GF, un 94,76% más de recubrimiento que Intershield 300, un 95,53% más recubrimiento que el intercure 420 y un 96,26% más de recubrimiento que el interline 399.



Gráfica 9: Representación gráfica del precio del material a emplear [9].

La gráfica 4 nos revela que la inversión inicial del recubrimiento cerámico supone un 61,02 % respecto al Jotamastic 87 GF, un 55,32% más respecto al Intershield 300, un 97,35% más caro que el Intercure 420 y un 95,08% más respecto al Interline 399.

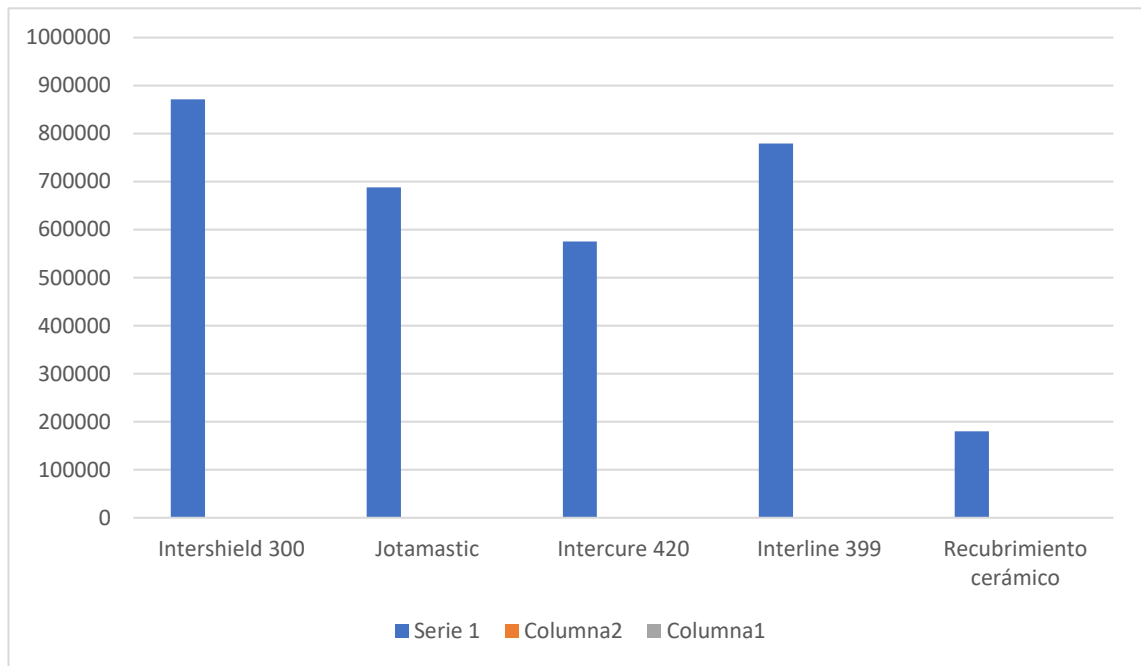


Gráfica 10: Representación gráfica del precio del material a emplear [10].

En la gráfica 10 podemos observar como el sistema GMAW supone un 62,5% de inversión de capital respecto al sistema Airless.

3.4. ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO COMPARATIVO.

Por último, en este apartado se realiza la comparación del coste final que tendría cada material a lo largo de 22,5 años.



Gráfica 11: Representación gráfica del dinero invertido en los distintos recubrimientos a lo largo de 22,5 años [11].

En la gráfica 11 vemos como a lo largo de 22,5 años la inversión del recubrimiento cerámico supone un 79,34% menor de dicha inversión de dinero respecto al Intershield 300, un 73,86% menor respecto al Jotamastic 87 GF, un 68,72% menor respecto al intercure 420 y un 76,90% menor respecto al interline 399.



4. **CONCLUSIONES**

Una vez habiendo estudiado los planos del buque, realizado los cálculos de la obra viva del casco para su posterior utilización en los estudios técnicos, económicos y comparativos, he hallado las siguientes conclusiones sobre el recubrimiento cerámico con relación a las alternativas presentadas en el trabajo:

- Respecto al tiempo de secado, tanto para el secado al tacto como el secado duro, el recubrimiento cerámico presenta una evidente ventaja frente a los otros materiales, debido a que este carece de tiempo de secado alguno, siendo un factor muy interesante a valorar, siendo la mejor opción en comparación a los otros recubrimientos.
- En lo que, a la cantidad de material necesaria para aplicar los distintos recubrimientos se refiere, el cerámico no sería la opción (pensando a corto plazo) más idónea de los cinco recubrimientos. En este caso nos interesa aquel que menos cantidad necesite para su aplicación, siendo de entre los cinco el Interline 399, el que menos recubrimiento emplea.
- La inversión económica inicial va estrictamente ligada a la cantidad de material que se requiere para su aplicación y el precio del recubrimiento en cuestión, lo que supone que el recubrimiento cerámico al ser el que mayor cantidad de material necesita para su aplicación (tratándose de una media entre los recubrimientos restantes de un 94,65% más de recubrimiento a emplear), es la más costosa en lo que a una inversión inicial se refiere, siendo el Intercure 420 la opción más económica que nos encontramos en este estudio.
- Finalmente, al realizar un presupuesto a lo largo de 22,5 años, que es prácticamente la vida útil de un buque, observamos como el recubrimiento cerámico es el más económico respecto a las otras alternativas, siendo de media un 74,70% más barato a lo largo de dicho periodo de tiempo, sin tener en cuenta el ahorro que implica el no tener mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Referencia a Figuras

Figura [1]:

<https://knutsenoas.com/ship/cadiz-knutsen/>

Figura [2]:

<https://www.swagelok.com/es/toolbox/material-selection-guide/corrosion-types#uniform>

Figura [3]:

<http://ingmaritima.blogspot.com/2017/03/la-corrosion.html>

Figura [4]:

<http://ingmaritima.blogspot.com/2017/03/la-corrosion.html>

Figura [5]:

<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/11403/395000.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Figura [6]:

<https://www.proquimia.com/wp-content/uploads/2016/01/Corrosi%C3%B3n-filiforme-parte-I.pdf>

Figura [7]:

<https://www.nitty-gritty.it/corrosion-bajo-tension/?lang=es>

Figura [8]:



<http://ingmaritima.blogspot.com/2017/03/la-corrosion.html>

Figura [9]:

<https://ingenieriamecanicacol.blogspot.com/2016/07/corrosion-por-fatiga.html>

Figura [10]:

<https://joseangelvalerio.wordpress.com/2016/07/28/corrosion-atmosferica/>

Figura [11]:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Corrosi%C3%B3n>

Figura [12]:

1. García, S., Trueba, A., Vega, L. M. & Madariaga, E. Ceramic coating solution for offshore structures. *Prog. Marit. Technol. Eng. - Proc. 4th Int. Conf. Marit. Technol. Eng. MARTECH 2018* 453-458 (2018) doi:10.1201/9780429505294-52.

Source, A. S. A. & Microplastics, O. F. and Marine Coatings.

Figura [13]:

<https://www.ecomagazine.com/news/regulation/global-project-to-address-bio-invasions-via-ships-hulls>

Figura [14]:

https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n6297_Martinez.pdf

Figura [15]:

https://www.researchgate.net/publication/260364241_Proceso_de_soldadura_GMAW_para_aceros_ordinarios_al_carbon_aceros_inoxidables_y_aluminio/figures?lo=1

Figura [16]:

https://www.researchgate.net/publication/260364241_Proceso_de_soldadura_GMAW_para_aceros_ordinarios_al_carbon_aceros_inoxidables_y_aluminio/figures?lo=1

Figura[17]:

https://www.researchgate.net/publication/260364241_Proceso_de_soldadura_GMAW_para_aceros_ordinarios_al_carbon_aceros_inoxidables_y_aluminio/figures?lo=1

Figura [18]:

1. García, S., Trueba, A., Vega, L. M. & Madariaga, E. Ceramic coating solution for offshore structures. *Prog. Marit. Technol. Eng. - Proc. 4th Int. Conf. Marit. Technol. Eng. MARTECH 2018* 453-458 (2018) doi:10.1201/9780429505294-52. Source, A. S. A. & Microplastics, O. F. and Marine Coatings.

Figura [19]:

1. García, S., Trueba, A., Vega, L. M. & Madariaga, E. Ceramic coating solution for offshore structures. *Prog. Marit. Technol. Eng. - Proc. 4th Int. Conf. Marit. Technol. Eng. MARTECH 2018* 453-458 (2018) doi:10.1201/9780429505294-52. Source, A. S. A. & Microplastics, O. F. and Marine Coatings.

Figura [20]. El autor.

Figura [21]. El autor.

Figura [22]. El autor.

Figura [23]:

<https://www.ecomagazine.com/news/regulation/global-project-to-address-bio-invasions-via-ships-hulls>

Figura [24]: El autor

Figura [25]:

[https://www.researchgate.net/publication/260364241 Proceso de soldadura GMAW para aceros ordinarios al carbon aceros inoxidables y aluminio /figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/260364241_Proceso_de_soldadura_GMAW_para_aceros_ordinarios_al_carbon_aceros_inoxidables_y_aluminio/figures?lo=1)

Figura [26]:

[https://www.researchgate.net/publication/260364241 Proceso de soldadura GMAW para aceros ordinarios al carbon aceros inoxidables y aluminio /figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/260364241_Proceso_de_soldadura_GMAW_para_aceros_ordinarios_al_carbon_aceros_inoxidables_y_aluminio/figures?lo=1)

Figura [27]: plano de popa.

Figura [28]: Plano de Proa.

Figura [29]: Disposición general.

Referencia a tablas:

Tabla [1]: Efectos del TBT en diferentes organismos.

Tabla 2: sumario de la preparación de superficies [2].

Tabla [3]: composición del material cerámico.

Tabla [4]: dimensiones principales del buque.

Tabla [5]: dimensiones del buque LNG de membrana.

Tabla [6]: Información del secado del recubrimiento.



Tabla [7]: tiempos de secado según la temperatura.

Tabla [8]: tiempos de secado del recubrimiento intercure 420.

Tabla [9]: información de secado del recubrimiento Interline 399.

Referencia a gráficas

Gráfica [1]: Gráfica comparativa de la vida útil de los diferentes recubrimientos.

Gráfica [2]: Representación gráfica de la información secado

Gráfica [3]: Representación gráfica de la tabla 6.

Gráfica [4]: Representación gráfica de la tabla 6.

Gráfica [5]: representación gráfica de la tabla 7.

Gráfica [6] Tiempo de secado al tacto entre los distintos recubrimientos.

Gráfica [7]: Tiempo de secado duro entre los distintos recubrimientos.

Gráfica [8]: Representación gráfica de la cantidad de material empleado en la obra viva del casco.

Gráfica [9]: Representación gráfica del precio del material a emplear.

Gráfica [10]: Representación gráfica del precio del material a emplear.

Gráfica [11]: Representación gráfica del dinero invertido en los distintos recubrimientos a lo largo de 22,5 años.

Referencias bibliográficas

- [1]. HEMPEL, «Manual de referencia de pinturas y recubrimientos,» [En línea].<https://www.yumpu.com/es/document/read/43900595/manual-de-referencia-de-pinturas-y-recubrimientos-hempel>
- [2]. International Coatings Limited, «Preparación de Superficie - Acero,» [En línea].https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/88598/110585_Tratamientos+superficiales+-+Sistemas+de+aplicacion+de+pintura+utilizados+en+los+astilleros.pdf?sequence=1
- [3]. Rodríguez, «La Ciencia de los Antifouling» [En línea].
<http://obrasvivas.com/cat/images/pdf/Antifouling.pdf>
- [4]. International Yacht Paint, «Aplicación de Antiincrustante Profesional,» [En línea].
- [5]. IMO, «Anti-fouling Systems,» [En línea].
<https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Anti-fouling.aspx>
- [6]. Enrique Otero Huerta. Corrosión y degradación de materiales. Editorial Síntesis, Año 2000.
- [7]. James R. Thorntoon. Construcción y reparación de buques y embarcaciones de recreo. Industrias del transporte, Cap 92, año 2012.
- [8]. Laia Cumelles Ortega. Metodología para la evaluación del estado de un buque. (Trabajo fin de Grado), 20-oct- 2009.
- [9]. S.G. Kalghathi, C. Serratella y J.B. Hagan. Life cycle of ships and offshore structures: hull inspection and maintenance system. American Bureau of Shipping. USA.
- [10]. A. I. Railkin, Marine biofouling: Colonization processes and defenses. CRC Press, 2003.
- [11]. Y. Li and C. Ning, “Latest research progress of marine microbiological corrosion and bio-fouling, and new approaches of marine anti-corrosion and anti-fouling,” Bioactive Materials, vol. 4. pp. 189–195, Dec-2019.
- [12]. L. Petrone, “Molecular surface chemistry in marine bioadhesion,” Advances in Colloid and Interface Science, vol. 195–196. Elsevier, pp. 1–18, 01-Jul-2013
- [13]. A. S. Clare and N. Aldred, “Surface colonisation by marine organisms and its impact on antifouling research,” in Advances in Marine Antifouling Coatings and Technologies, Woodhead Publishing, 2009, pp. 46–79.
- [14]. D. M. Yebra, S. Kiil, and K. Dam-Johansen, “Antifouling technology - Past, present and future steps towards efficient and environmentally friendly antifouling coatings,” Progress in Organic Coatings, vol. 50, no. 2. Elsevier, pp. 75–104, 01-Jul-2004.
- [15]. IACS, General cargo ships. Guidelines for surveys, assessment and repair of hull structure.
- [16]. J. Telegdi, L. Trif, and L. Románszki, “Smart anti-biofouling composite coatings for naval applications,” in Smart Composite Coatings and Membranes: Transport, Structural, Environmental and Energy Applications,

- Woodhead Publishing, 2015, pp. 123–155.
- [17]. Brooks SJ, Waldock M. 2009. Copper biocides in the marine environment. In: Arai T, Harino H, Ohji M, Langston WJ, editors. *Ecotoxicology of antifouling biocides*. Tokyo: Springer. p. 413–428.
- [18]. Brooks SJ, Bolam T, Tolhurst L, Bassett J, La Roche J, Waldock M, Barry J, Thomas KV. 2008. Dissolved organic carbon reduces the toxicity of copper to germlings of the macroalgae, *Fucus vesiculosus*. *Ecotoxicol Environ Saf* 70:88–98.
- [19]. Arnold WR, Santore RC, Cotsifas JS. 2005. Predicting copper toxicity in estuarine and marine waters using the biotic ligand model. *Mar Pollut Bull* 50:1634–1640.
- [20]. Biselli S, Bester K, Huhnerfuss H, Fent K. 2000. Concentrations of the antifouling compound Irgarol 1051 and of organotins in water and sediments of German North and Baltic Sea marinas. *Mar Pollut Bull* 40:233–243.
- [21]. Day, R.H. and Shaw, D.G. 1994. Colour and form-dependent loss of plastic micro-debris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 28, 39–43. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(87\)80016-4](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(87)80016-4).
- [22]. Eunomia (2018). Investigating options for reducing releases in the aquatic environment of microplastics emitted by (but not intentionally added in) products. Report for DG Environment of the European Commission.
- [23]. Fossi, M. C., Coppola, D., Baini, M., Giannetti, M., Guerranti, C., Marsili, L., Panti, C., de Sabata, E., & Clò, S. (2014). Large filter feeding marine organisms as indicators of microplastic in the pelagic environment: The case studies of the Mediterranean basking shark (*Cetorhinus maximus*) and fin whale (*Balaenoptera physalus*). *Marine Environmental Research*, 100, 17–24. <http://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.02.002>.
- [24]. GESAMP (2015). “Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment” (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/ UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96 p. http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf (Accessed 11/03/2018).
- [25]. Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., & Canning-Clode, J. (2016). Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 178, 189–195. <http://doi.org/10.1016/j.ecss.2015.12.003>.
- [26]. Almedia, D.S.M. (2017). Histopathological evaluation of two Blennius fishes exposed to microplastics via feeding. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente*. <https://run.unl.pt/handle/10362/29989>. Accessed 3rd April, 2018.
- [27]. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, et al. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347:768–71
- [28]. Katsanevakis S, Verriopoulos G, Nicolaidou A, Thessalou-Legaki M. 2007. Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: a manipulative field experiment. *Mar. Pollut. Bull.* 54:771–78

- [29]. KeelingCD, Piper SC, HeimannM. 1989. A three-dimensional model of atmospheric CO₂ transport based on observed winds: 4. Mean annual gradients and interannual variations. In *Aspects of Climate Variability in the Pacific and the Western Americas*, ed. DH Peterson, pp. 305–63. Geophys. Monogr. Vol. 55. Washington, DC: Am. Geophys. Union
- [30]. Kiessling T, Gutow L, ThielM. 2015. Marine litter as habitat and dispersal vector. See Bergmann et al. 2015, pp. 141–81
- [31]. Knowlton AR, Hamilton PK, MarxMK, Pettis HM, Kraus SD. 2012. Monitoring North Atlantic right whale *Eubalaena glacialis* entanglement rates: a 30 yr retrospective. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 466:293–302
- [32]. Koelmans AA. 2015. Modeling the role of microplastics in bioaccumulation of organic chemicals to marine aquatic organisms. A critical review. See Bergmann et al. 2015, pp. 309–24
- [33]. CADIZ KNUTSEN (LNG Tanker) Registered in Spain - Vessel details, Current position and Voyage information - IMO 9246578, MMSI 224263000, Call Sign ECDQ | AIS Marine Traffic
- [34]. García, S., Trueba, A., Vega, L. M. & Madariaga, E. Ceramic coating solution for offshore structures. *Prog. Marit. Technol. Eng. - Proc. 4th Int. Conf. Marit. Technol. Eng. MARTECH 2018* 453-458 (2018) doi:10.1201/9780429505294-52.
- [35]. Source, A. S. A. & Microplastics, O. F. and Marine Coatings.
- [36]. AutoCAD - Wikipedia, la enciclopedia libre
- [37]. ALVARIÑO, R., AZPIROZ, J.J., MEIZOSO, M. El proyecto básico del buque mercante, Fondo Editorial de Ingeniería Naval, 2007.
- [38]. AN APPROXIMATE POWER PREDICTION METHOD” de J. Holtrop y G.G.J. Mennen
- [39]. Molland - Superficie mojada del casco .pdf.
- [40]. (Мещерякова & Понтак, s. f.) Мещерякова, Л. М., & Понтак, Л. С. (s. f.). *химия No Title*. 8840. “Proyectos de Buques y Artefactos”, Fernando Junco Ocampo.
- [41]. “El Proyecto Básico del Buque Mercante”; Ricardo Alvariño, Juan José Azpiroz y Manuel Meizoso
- [42]. BILURBINA, L.; LIESA, F.; IRIBARREN, J.I. “Corrosión y protección”. Ediciones UPC, 2003. Barcelona. ISBN: B-40124-2003. Versión digital; [en línea], 2016 [acceso 26 de Enero de 2016]
- [43]. ADRIAN PIAZZO, Efecto de la temperatura sobre la corrosión en materiales metálicos. [en línea], 2016 [acceso 28 de Enero de 2016], URL: <http://prezi.com/orqi8caecnye/efecto-de-la-temperatura-sobre-la-corrosion-enmateriales-metalicos/>
- [44]. ROBER GARCÍA, “Tipos de Corrosión”. Mundo Marino; [en línea], 2016 [acceso 4 de Enero de 2016], URL: <https://ingenieromarino.wordpress.com/2015/09/28/29ocorrosion-y-proteccion-catodica/>
- [45]. International Maritime Organization (IMO). “Anti-fouling systems”. [en línea], 2016 [acceso 15 de Febrero de 2016], URL: <http://www.imo.org/OurWork/Environment/AntifoulingSystems/Pages/Default.aspx>
- [46]. SERVANDO R. LUIS LUIS LEÓN, PADRÓN MARTÍN, JOSÉ A. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ. Artículo: La pintura como técnica aplicada al sector. Revista “El Capitán”

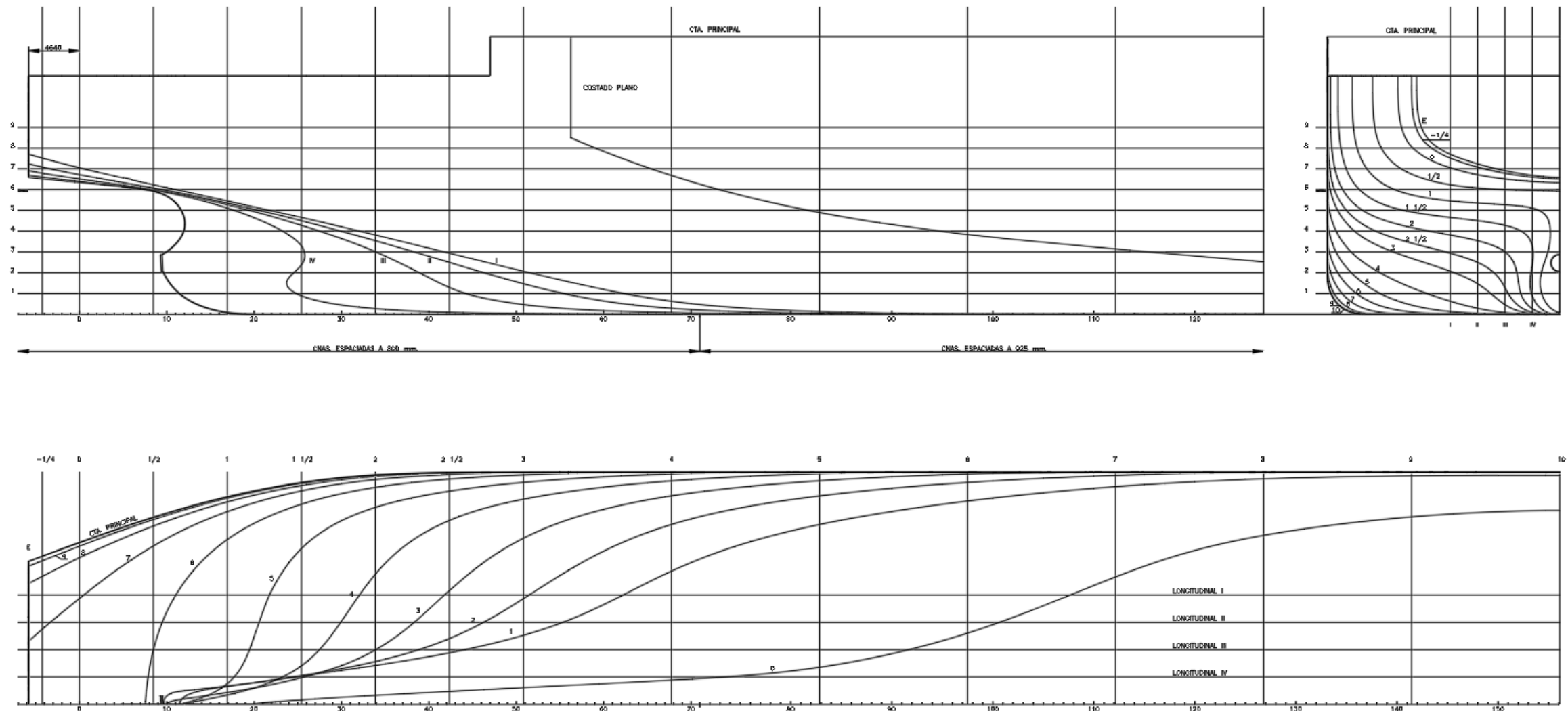


- [47]. CARLOS ERDOZAINZ, Manual INTERNATIONAL MARINE COASTING, Procesos de pinturas en buques de acero, Edición Abril 2008
- [48]. BERNARDO ECENARRO, Qué es la Pintura Industrial. "Conceptos básicos";[en línea], 2016 [acceso 1 de Febrero de 2016], URL:<http://www.bernardoecenarro.com/uploads/guias/pdf/guia01/es/azulcast3.pdf>
- [49]. GRUPO DE PINTUR. "Antes de empezar a pintar";[en línea], 2016 [acceso 1 de Febrero de 2016], URL: <http://pinturasonline.wordpress.com/nautica-vademecumnautico-consejos-para-pintar-tu-barco/nautica-para-pintar-mi-barco-antes-de-empezar-a-pintar-con-pinturas-hempel-2/>
- [50]. MARÍA TERESA CORTÉS M./ PABLO ORTIZ H. Artículo: "Corrosión". Apuntes Científicos Uniandinos No. 4 / Dic. 2004
- [51]. <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1949/Procesos+de+Pintura+en+los+Buques+Mercantes.pdf?sequence=1>
- [52]. <https://www.airless-discounter.de/noticias/airless/>
- [53]. https://www.jotun.com/Datasheets/Download?url=%2FTDS%2FTDS__525__Jotamastic%2087%20GF__Esp__ES.pdf
- [54]. https://international.brand.akzonobel.com/m/20edd8f351dc9f94/original/intercure_420_spa_A4_20150922.pdf



ANEXO 1

Ilustraciones



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

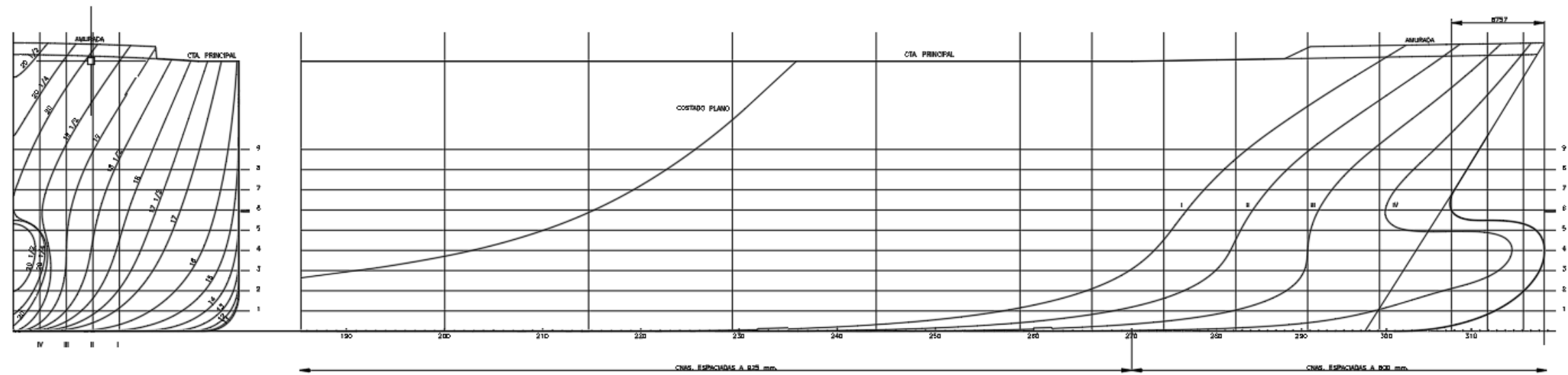
ESLORA TOTAL	284.397	M
ESLORA EN LA FLOTACIÓN	264.844	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	271.000	M
MANA DE TRAZADO	42.500	M
PUNTA DE TRAZADO A CTA. SOR.	25.400	M
CAUADO DE DISEÑO	11.400	M
COEFICIENTE DE BLOQUE	0.725	-
CENTRO DE CARBENA LONGITUDINAL	-0.376	M
COEFICIENTE SECCION MEDIA	0.991	-
ESPACIO DE LINEAS DE AGUA	1.900	M
ESPACIO LONGITUDINALES	2.500	M

(*) POSITIVO A POPA DE LA SECCION MEDIA

NUM.	FECHA	FIRMA	COMPR.	APROB.	MOTIVO / OBSERVACIONES
1	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
2	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
3	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
4	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
5	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
6	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
7	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
8	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
9	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	
10	15/04/00	J. L. ADRIANA	15/04/00	J. L. ADRIANA	

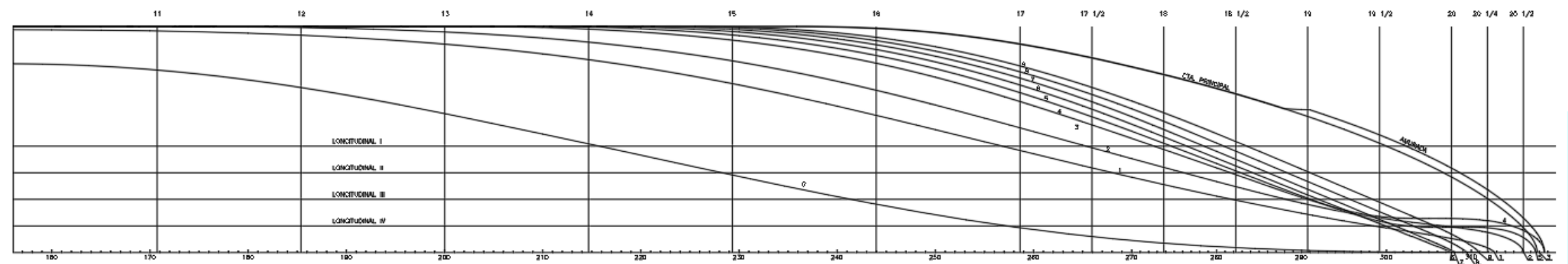
ASTILLEROS ESPAÑOLES		Factoria Sestao	
Arquitectura Naval		Arquitectura Naval	
Denominacion LNO 138.000 m3			
PLANO DE FORMAS			
Escala	Dibujado	Comprobado	No de Plano-Drawing No
1/200	15/04/00	15/04/00	319.2.14.V0000.002
Aprobado			VALIDO PARA BUQUES: 321 SESTAO

Figura 27: plano de popa [27].



CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

ESLORA TOTAL	284.397	M
ESLORA EN LA FLOTACION	264.844	M
ESLORA ENTRE PERPENDICULARES	271.000	M
MANGA DE TRAZADO	42.500	M
PUNTA DE TRAZADO A CTA. SOR.	25.400	M
CALADO DE DISEÑO	11.400	M
COEFICIENTE DE BLOQUE	0.725	-
CENTRO DE CARENA LONGITUDINAL	-0.376	M
COEFICIENTE SECCION MEDIA	0.991	-
ESPACIO LINEAS DE AGUA	1.900	M
ESPACIOS LONGITUDINALES	2.500	M



(*) POSITO A POPA DE LA SECCION MEDIA

NUM.	FECHA	FIRMA	COMPR.	APROB.	MOTIVO / OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

**ASTILLEROS
ESPAÑOLES**

Factoria Sestao
Arquitectura Naval

Denominacion LUG 138.000 m3

PLANO DE FORMMAS

Escala	Dibujado	Comprobado	No de Plano-Drawing No
1/200	Adriano	Adriano	319.2.14.V0000.002

Figura 28: Plano de Proa [28].

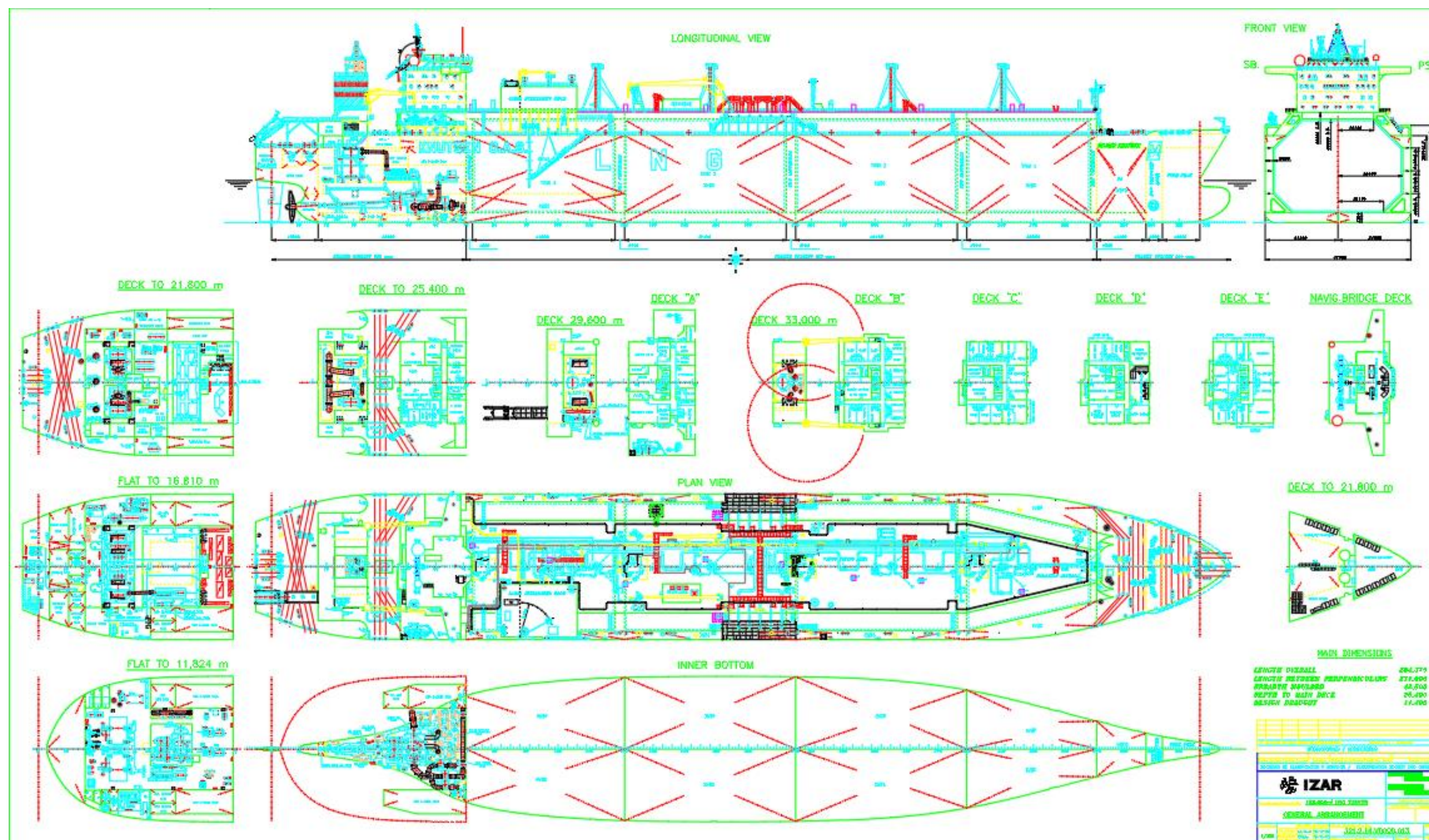


Figura 29: Disposición general [29].



Fichas técnicas

- **Intershielld 300**

Intershield 300



Epóxico Puro con Aluminio Resistente a la Abrasión

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Recubrimiento epóxico con aluminio, de color claro, resistente a la abrasión, que ofrece excelente protección anticorrosiva de largo plazo y capacidad de aplicación a bajas temperaturas.							
USOS PROPUESTOS	Primario universal que puede ser aplicado directamente sobre primario de taller preparado por medios manual-mecánicos o sobre acero preparado adecuadamente. Para uso en Nueva Construcción o Mantenimiento y Reparación.							
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	Color	ENA300-Bronce, ENA301-Aluminio						
	Acabado/Brillo	No aplicable						
	Parte B (Agente Curante)	ENA303						
	Sólidos en Volúmen	60% ±2% (ISO 3233:1998)						
	Relación de mezcla	2.50 volúmen(es) Parte A contra 1 volúmen(es) Parte B						
	Espesor de Película Típico	125 micras de película seca (208 micras de película húmeda). Rango 100 - 200 micras de película seca (167 - 333 micras de película húmeda) puede estar especificado dependiendo del uso final y el método de aplicación.						
	Rendimiento teórico	4.8 m ² /litro a 125 micras de espesor de película seca (dft), permita factores de pérdida apropiados						
	Método de aplicación	Aspersión Airless, Brocha, Rodillo						
	Flash Point	Parte A 28°C; Parte B 26°C; Mezclado 28°C						
	Período de Inducción	No requerido						
Información de Secado		-5°C	5°C	25°C	35°C			
Seco al tacto [ISO 9117/3:2010]		7 hrs	5 hrs	3 hrs	2 hrs			
Secado duro [ISO 9117-1:2009]		10 hrs	8 hrs	6 hrs	3 hrs			
Vida útil en recipiente		6 hrs	6 hrs	150 mínimos	60 mínimos			
Nota Ver la sección de Limitaciones cuando Intershield 300 se utilice como parte de un esquema Intersleek.								
Información de Repintado - Ver Limitaciones		Temperatura del Substrato						
		-5°C	5°C	25°C	35°C			
Recubierto Por	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Interline 691	10 hrs	3 días	8 hrs	3 días	6 hrs	3 días	3 hrs	3 días
Interline 979	-	-	8 hrs	7 días	6 hrs	7 días	3 hrs	7 días
Intergard 263	14 hrs	14 días	9 hrs	14 días	7 hrs	14 días	4 hrs	14 días
Intergard 269	14 hrs	6 meses	9 hrs	6 meses	7 hrs	6 meses	4 hrs	3 meses
Intergard 282	14 hrs	14 días	9 hrs	14 días	7 hrs	14 días	4 hrs	14 días
Intergard 740	14 hrs	14 días	9 hrs	14 días	7 hrs	14 días	4 hrs	14 días
Intershield 300	14 hrs	14 días	9 hrs	14 días	7 hrs	14 días	4 hrs	14 días
Áreas en inmersión	14 hrs	6 meses	9 hrs	6 meses	7 hrs	6 meses	4 hrs	3 meses
Áreas no Inmersas								
Intersleek 717	-	-	9 hrs	14 días	7 hrs	14 días	4 hrs	14 días
Intersleek 731	-	-	-	-	4 hrs	2 días	3 hrs	2 días
Intersleek 737	-	-	*	*	5 hrs	2 días	3 hrs	2 días
Interthane 990	14 hrs	5 días	9 hrs	5 días	7 hrs	3 días	4 hrs	2 días
Nota								
Cuando se recubra con Intersleek 386, refiérase a la información del Intersleek 737.								
* Consulte las Directivas de Aplicación de Intersleek para detalles sobre aplicación de Intersleek 737 hasta 0°C.								
Intershield 300 puede ser repintado con Intersleek 731 por encima de 15°C. A 15°C, el intervalo mínimo es de 5 horas y el máximo 2 días. Para aplicaciones por debajo de 15°C, consulte la International Paint.								
Cuando se recubra con Interbond 201 o con Interbond 501, refiérase a la información del Intergard 740.								
Interthane 990 puede ser utilizado en áreas de boottop a intervalos reducidos de recubrimiento entre capas.								
Consulte a International Paint.								
Interline 691 actualmente sólo está disponible en Europa.								
Cuando recubrir con Interline 878, consulte los datos Interline 979.								
DATOS REGULATORIOS	VOC	386 g/lit como se suministra (Método 24 EPA) 318 g/kg de pintura líquida como se suministra. Dirección de Emisiones de Disolventes, de E.U.A. (Council Directive 1999/13/EC) 329 g/lit Estándar Nacional Chino GB23985						
Los valores VOC son típicos y se proporcionan con propósitos de servir de guía. Estos pueden estar sujetos a variación dependiendo de los factores como las diferencias en color y tolerancias normales de fabricación.								

Marine Coatings

Página 1 de 4
Fecha de Expedición: 04/12/2015
Ref: 223

AkzoNobel

Intershield 300



Epóxico Puro con Aluminio Resistente a la Abrasión

CERTIFICACIÓN

Cuando utilizado como parte de un esquema aprobado, este producto posee las certificaciones siguientes:

- Contacto con Alimentos - Transporte de Granos (NOHA)
- Recubrimiento de Tanques - Clasificación B1 de Recubrimiento para Tanque de Lastre (Probado por DNV/Marintek)
- Recubrimiento de Tanques - NORSOK M-501, Rev 3, Sistema 7 (Marintek)
- Resistencia al Fuego - Humo y Toxicidad (Exova Warringtonfire)
- Resistencia al Fuego - Dispersión Superficial de Flama (Exova Warringtonfire)
- Resistencia al Fuego - Cumple con la Directiva de Equipo Marino
- Agua potable - Transporte de Agua Potable (TUV, Singapore) (BS6920:2000)

Certificación de Agua Potable expedido por organismos externos depende de la formulación y/o fábrica. En base a esto, los productos suministrados en diferentes territorios no pueden ser autorizados a todas las normas mencionadas.

Consulte a su Representante de International Paint para detalles.

SISTEMAS Y COMPATIBILIDAD

Consulte a su Representante de International Paint para el sistema más adecuado para las superficies a proteger.

Cuando se use en Compartimentos de Carga, consulte los Procedimientos de Aplicación en Compartimentos de Carga de Intershield 300.

PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

Use de acuerdo con las Especificaciones Marinas Mundiales estándar.

Todas las superficies a recubrir deben estar limpias, secas y libres de contaminación.

Lave con agua fresca a alta presión, o con agua fresca, según sea apropiado, y remueva toda la grasa, aceites, sales, contaminantes solubles y otras materias extrañas "limpiando con solventes" (SSPC-SP1).

NEUA CONSTRUCCIÓN

Donde sea necesario, remueva salpicaduras de soldadura y suavice líneas de soldadura y bordes agudos.

Las uniones de soldadura y áreas de primario de taller con daño o fallo deben ser limpiadas a chorro hasta un estándar Sa2½ (ISO 8501-1:2007) o limpiadas mediante herramienta eléctrica hasta el estándar Pt3 (JSRA SPSS:1984).

Los primarios de taller intactos y aprobados deben estar limpios, secos y libres de sales solubles y cualquier otro contaminante de superficie.

Los primarios de taller no aprobados requieren remoción completa mediante limpieza a chorro de abrasivo hasta Sa2½ (ISO 8501-1:2007). En algunos casos el barrido de abrasivo hasta un estándar definido por International Paint (por ejemplo AS2 o AS3) puede ser aceptable. Consulte a su representante International Paint para recomendaciones específicas.

REACONDICIONAMIENTO MAYOR

limpieza con chorro de abrasivo a SA-2 (ISO 8501:1:1988) o hidrolimpieza a standard international Paint HB2M/H (Si se utiliza chorro de abrasivo, el área debiera ser lavado con agua dulce antes de comenzar)

REPARACIÓN

Consulte a International Paint.

OTRO

Para recubrimiento en tanques y aplicación de sistemas de Intersleek, consulte a International Paint para procedimientos detallados de trabajo que deben seguirse.

Consulte a su Representante de International Paint para recomendaciones específicas.

NOTA

Para uso en situaciones Marinas en Norteamérica, se pueden usar los siguientes estándares de preparación de superficie:

SSPC-SP10 en lugar de Sa2½ (ISO 8501-1:2007)

SSPC-SP6 en lugar de Sa2 (ISO 8501-1:2007)

SSPC-SP11 en lugar de Pt3 (JSRA SPSS:1984)

Marine Coatings

Página 2 de 4

Fecha de Expedición:04/12/2015

Ref:223



Intershield 300



Epóxico Puro con Aluminio Resistente a la Abrasión

APLICACIÓN

Mezclado

El material se surte en dos contenedores como unidad. Siempre mezcle una unidad completa en las proporciones suministradas. Una vez que la unidad ha sido mezclada debe usarse dentro de la vida útil especificada.

(1) Agite la Base (Parte A) con un agitador mecánico.

(2) Combine el contenido completo del Agente Curante (Parte B) con la Base (Parte A) y mezcle perfectamente con un agitador mecánico.

Adelgazador

Uso International GTA220. Adelgazamiento no es normalmente necesario. Consulte el representante local para obtener consejos durante el uso en condiciones extremas. No adelgace más que permitido por la legislación ambiental local.

Aspersión Airless

Recomendado

Rango de boquilla 0.66-0.79 mm (26-31 thou)

Presión total del líquido de salida en la boquilla de aspersión no inferior a 211 kg/cm² (3000 p.s.i.)

Brocha

La aplicación con brocha se recomienda sólo para áreas pequeñas. Se pueden requerir múltiples capas para lograr el DFT especificado.

Rodillo

La aplicación con rodillo se recomienda para áreas pequeñas solamente. Se pueden requerir múltiples capas para lograr el espesor de película especificado.

Limpiador

International GTA822/GTA220

Paros de Trabajo y Limpieza

No permita que el material permanezca en mangueras, pistola o equipo de aspersión. Limpie completamente todo el equipo con GTA822/GTA220 de International. Una vez que las unidades de pintura han sido mezcladas, no deben sellarse otra vez, y se recomienda que después de paros prolongados el trabajo recomience con unidades recién mezcladas.

Limpie todo el equipo inmediatamente después de usar con GTA822/GTA220 de International. El limpiar periódicamente el equipo de aspersión durante el día de trabajo es una buena práctica de pintura. La frecuencia de la limpieza dependerá de la cantidad aplicada, temperatura, humedad relativa y tiempo transcurrido, incluyendo las demoras. No exceda las limitaciones de vida útil de producto. Todos los materiales excedentes y los envases vacíos deben ser desechados de acuerdo con la legislación regional apropiada.

Soldadura

En caso de se realice soldadura o corte con flama sobre metal protegido con este producto, se emitirán polvo y vapores que requerirán el uso de equipo de protección personal apropiado y ventilación del local adecuada. En Norteamérica debe cumplir con la norma ANSI/ASC Z49.1 "Seguridad al Soldar y Cortar".

SEGURIDAD

Todo el trabajo que involucre la aplicación y uso de este producto debe ser realizado de acuerdo con todos los estándares y reglamentos nacionales de Salud, Seguridad y Ambientales.

Antes de usar, obtenga, consulte y siga la Hoja de Seguridad del Material (MSDS) de este producto, que contiene información de salud y seguridad. Lea y siga todos los avisos de precaución en la MSDS y la etiqueta. Si no entiende totalmente estas advertencias e instrucciones o si no puede seguirlas estrictamente, no use este producto. Debe proporcionarse durante la aplicación y secado una ventilación y medidas de protección apropiadas, para mantener las concentraciones de vapores solventes dentro de los límites de seguridad y proteger contra riesgos de intoxicación y de deficiencias de oxígeno. Tome precauciones para evitar contacto con piel y ojos (p.ej. guantes, goggles, máscaras, cremas de barrera, etc.). Las medidas finales de seguridad dependen de los métodos de aplicación y el ambiente de trabajo.

NÚMEROS DE EMERGENCIA:

EUA/Canadá - Número de Asistencia Médica 1-800-854-6813

Europa - Llame a (44) 191 4696111. Para recomendaciones de Doctores & Hospitales únicamente, llame a (44) 207 6359191

Contacto en China (86) 532 83889090

R.O.W. - Contacte a las Oficinas Regionales

Marine Coatings

Página 3 de 4

Fecha de Expedición:04/12/2015

Ref:223

AkzoNobel



Intershield 300



Epóxico Puro con Aluminio Resistente a la Abrasión

LIMITACIONES

Intershield 300 debe ser lavado con agua a alta presión y/o con solventes antes de recubrir, donde sea necesario, para remover cualquier contaminación de superficie que se haya acumulado. Adecuado para uso en cubiertas de buque tanque sujetas a Regulaciones de la Sociedad Clasificadora. Intershield 300 puede ser aplicado a temperaturas del sustrato hasta -15°C. Antes de aplicaciones por debajo de -5°C, consulte a su representante local de IP para mayor detalle del procedimiento de solicitud. Cuando Intershield 300 tenga que ser recubierto con Intersleek 737 o Intersleek 386 se deben observar las siguientes vidas máximas en recipiente:

- +0°C - 160 minutos
- +15°C - 105 minutos
- +25°C - 75 minutos
- +35°C - 45 minutos

La información de repintado se proporciona solo como guía y esta sujeta a variación regional dependiendo de las condiciones del clima y medioambiente. Consulte a su representante local de International Paint para recomendaciones específicas.

Aplicarse en buenas condiciones climáticas. La temperatura de la superficie a recubrir deberá ser al menos 3°C mayor al punto de rocío. Para propiedades óptimas de aplicación eleve la temperatura del material a un mínimo de 21-27°C, a menos que se especifique lo contrario, antes del mezclado y aplicación. El material sin mezclar (en contenedores cerrados) debe mantenerse en almacenaje de acuerdo con la información proporcionada en la Sección de ALMACENAJE en esta Hoja Técnica. Los datos técnicos y de aplicación presentados en este documento tienen el propósito de establecer un lineamiento general para los procedimientos de aplicación. Los resultados de pruebas de desempeño se obtuvieron en ambiente controlado de laboratorio International Paint no declara que los resultados publicados de las pruebas, o cualquier otra prueba, representa de forma precisa los resultados encontrados en todos los ambientes en campo. Ya que los factores de aplicación, ambiente y diseño pueden variar significativamente, se debe tener mucho cuidado en la selección, verificación del desempeño y uso del recubrimiento.

TAMAÑO DE UNIDAD	Tamaño de unidad	Parte A Vol	Paquete	Parte B Vol	Paquete
	17.5 lt	12.5 lt	20 lt	5 lt	5 lt
Para disponibilidad de otros tamaños de unidad consulte a International Paint					
PESO DE EMBARQUE DE UNIDAD	Tamaño de unidad	Peso de unidad			
	17.5 lt	23.4 Kg			
ALMACENAMIENTO	Vida en anaquele	12 meses a 25°C. Sujetos a reinspección después de eso. Por lo general de 6 meses a temperaturas superiores a 25°C. Consulte la International Paint para obtener recomendaciones donde las temperaturas de almacenamiento superen los 25°C. Almacénese en condiciones secas, a la sombra, lejos de fuentes de calor e ignición.			

DISPONIBILIDAD MUNDIAL Consulte a International Paint.

NOTA IMPORTANTE

La información en esta hoja de datos no pretende ser exhaustiva; cualquier persona que use el producto para cualquier propósito distinto que el específicamente recomendado en esta hoja de datos sin obtener primero la confirmación escrita de nosotros de la idoneidad del producto para el propósito pretendido, lo hará bajo su propio riesgo. Cualquier consejo dado o anuncio realizado acerca del producto (tanto en esta hoja de datos o de otra forma) es basado en nuestro mejor conocimiento pero no tenemos control sobre la calidad o la condición del sustrato o los diversos factores que afectan el uso y aplicación del producto. Por lo tanto, a menos que acordemos específicamente hacerlo por escrito, no aceptamos en absoluto cualquier responsabilidad por la calidad del producto (sujeto al grado máximo permitido por la ley) o cualquier pérdida o daño que supe del uso del producto. Por lo anterior negamos cualquier garantía o representación, expresa o implícita, por efecto de la ley o de otro modo, incluyendo, sin limitación, cualquier garantía implícita de comercialización o adecuación para un propósito particular. Todos los productos y consejos técnicos suministrados están sujetos a nuestras Condiciones de venta. Debe solicitar una copia de este documento y revisarlo cuidadosamente. La información contenida en esta Hoja Técnica está sujeta a modificación de tiempo en tiempo a la luz de la experiencia y de nuestra política de continuo desarrollo. Es responsabilidad del usuario verificar con su representante local que esta hoja técnica es actual antes de usar el producto.

Esta hoja de datos técnica se encuentra disponible en nuestro sitio web en www.international-marine.com o www.international-pc.com, y deberá ser la misma que este documento. Si hubiera alguna discrepancia entre este documento y la versión de la hoja de datos técnica que aparece en la página web, entonces la versión en el sitio web tiene prioridad.

Todos las marcas registradas mencionadas en esta publicación pertenecen a o son licenciadas por el grupo de compañías AkzoNobel.
© AkzoNobel, 2016

www.international-marine.com

Marine Coatings

Página 4 de 4
Fecha de Expedición: 04/12/2015
Ref: 223

AkzoNobel

- Jotamastic 87 GF



Jotamastic 87 GF

Descripción del producto

Es un recubrimiento epoxi mastic de dos componentes, curado con poliaminas. Es un producto "surface tolerant", de altos sólidos y de alto espesor. Está reforzado con fibra de vidrio para una mejor resistencia a la abrasión y a arañazos. Especialmente formulado para áreas donde una preparación de superficies óptima no es posible o requerida. Proporciona una protección duradera en ambientes con alta corrosividad. Puede usarse como imprimación, intermedia, acabado o sistema monocapa en ambientes tanto de no inmersión como de inmersión. Adecuado para superficies correctamente preparadas de acero y de pintura envejecida. Puede aplicarse a temperaturas de superficie inferiores a 0 °C.

Uso recomendado

General:
Diseñado principalmente para mantenimiento y reparación. Especialmente adecuado para superficies expuestas a un desgaste considerable como áreas de tráfico intenso.

Homologaciones y certificados

Baja propagación de llama clase 1, BS 476, Part 7, 1971. Warrington Fire research, Naval Eng, Stand 713: Issue 3

Grano, Newcastle Occupational Health

Se pueden facilitar otros certificados y/o homologaciones bajo pedido

Disponible en otras variantes

Jotamastic 87

Jotamastic 87 Aluminium

Consultar la FT específica de cada variante.

Colores

Seleccionado rango de colores

Ficha del producto

Propiedad	Prueba/Norma	Descripción
CATALIZADOR ESTÁNDAR		
Sólidos en volumen	ISO 3233	80 ± 2 %
Brillo (GU 60 °)	ISO 2813	semibrillante (35-70)
Punto de inflamación	ISO 3679 Method 1	35 °C
Densidad	calculado	1.4 kg/l
COV-US/Hong Kong	US EPA método 24 (ensayado)	250 g/l
	(CARB(SCM)2007, SCAQMD rule 1113, Hong Kong)	
COV-EU	IED (2010/75/EU) (teórico)	241 g/l
CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS		
Sólidos en volumen	ISO 3233	70 ± 2 %

Fecha de emisión: 20 Abril 2018

Página: 1/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com



Ficha Técnica

Jotamastic 87 GF



Punto de inflamación	ISO 3679 Method 1	31 °C
Densidad	calculado	1.4 kg/l
COV-US/Hong Kong	US EPA método 24 (ensayado) (CARB(SCM)2007, SCAQMD rule 1113, Hong Kong)	271 g/l
COV-EU	IED (2010/75/EU) (teórico)	272 g/l

Los datos facilitados son los valores esperados para una fabricación típica, sujetos a ligeras variaciones en función del color final.

Toda la información es válida para pintura mezclada.

Descripción del brillo: Según la definición de Jotun Performance Coatings.

Espesor de película por capa

Rango de especificación estándar recomendado

CATALIZADOR ESTÁNDAR

Espesor de Película Seca	200 - 350 µm
Espesor de Película Húmeda	250 - 440 µm
Rendimiento teórico	4 - 2.3 m²/l

CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS

Espesor de Película Seca	200 - 300 µm
Espesor de Película Húmeda	285 - 430 µm
Rendimiento teórico	3.5 - 2.3 m²/l

Preparación de superficie

Para asegurar una adherencia duradera de las siguientes capas, todas las superficies deberán estar limpias, secas y exentas de cualquier contaminación.

Mediante la preparación de superficie recomendada se consigue un resultado óptimo, incluyendo adherencia, protección anticorrosiva, resistencia térmica y resistencia química.

Tabla sumario de la preparación de superficies

Substrato	Preparación de superficie	
	Mínimo	Recomendado
Acero al carbono	St 2 (ISO 8501-1)	Sa 2 (ISO 8501-1)
Shopprimer para acero	Shop primer limpio, seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1)	Sa 2 (ISO 8501-1)
Superficies pintadas	Recubrimiento compatible, limpio, seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1.4)	Recubrimiento compatible, limpio, seco y sin daños (ISO 12944-4 6.1.4)

Aplicación

Métodos de aplicación

El producto puede aplicarse mediante

Fecha de emisión: 20 Abril 2018

Página: 2/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com

Ficha Técnica Jotamastic 87 GF



Pulverización:	Usar pistola airless.
Brocha:	Recomendado para recortes y pequeñas zonas. Vigilar que se obtiene el espesor de película seca especificado.

Proporción de mezcla del producto (en volumen)

CATALIZADOR ESTÁNDAR

Jotamastic 87 GF Comp A	6 parte(s)
Jotamastic 87 Standard Comp B	1 parte(s)

CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS

Jotamastic 87 GF Comp A	4 parte(s)
Jotamastic 87 Wintergrade Comp B	1 parte(s)

Diluyente/disolvente de limpieza

Disolvente:	Jotun Thinner No. 17
-------------	----------------------

Datos de aplicación para pistola airless

Boquilla (inch/1000):	21-27
Presión en boquilla (mínimo):	200 bar/2900 psi

Tiempo de secado y curado

Temperatura del sustrato	-5 °C	0 °C	5 °C	10 °C	23 °C	40 °C
--------------------------	-------	------	------	-------	-------	-------

CATALIZADOR ESTÁNDAR

Secado superficial (al tacto)				18 h	7 h	2 h
Seco para transitar				24 h	10 h	4 h
Seco para repintar, mínimo				24 h	10 h	4 h
Seco/Curado para entrar en servicio				14 d	7 d	2 d

CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS

Secado superficial (al tacto)	24 h	18 h	12 h	6 h	3.5 h	
Seco para transitar	80 h	44 h	26 h	16 h	6 h	
Seco para repintar, mínimo	80 h	44 h	26 h	16 h	6 h	
Seco/Curado para entrar en servicio	21 d	14 d	7 d	3 d	2 d	

Para conocer los intervalos máximos de repintado, ver la "Application Guide" (AG) del producto.

Los tiempos de secado y curado se determinan en condiciones de temperaturas controladas y una humedad relativa por debajo del 85%, y a un EPS medio según el rango indicado para cada producto.

Secado superficial (al tacto): estado de secado del producto que no deja huella ni se muestra pegajoso al aplicar una ligera presión con un dedo.

Fecha de emisión: 20 Abril 2018

Página: 3/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com

Ficha Técnica

Jotamastic 87 GF



Seco para pisar: tiempo mínimo antes que la pintura pueda soportar tránsito peatonal sin que queden marcas permanentes, huellas u otros daños físicos.

Seco para repintar, mínimo: El tiempo mínimo recomendado antes de poder aplicar la siguiente capa.

Seco/Curado para entrar en servicio: tiempo mínimo antes de que la pintura pueda estar expuesta permanentemente al medio previsto.

Tiempo de inducción y tiempo de mezcla

Temperatura de la pintura	10 °C	23 °C	40 °C
CATALIZADOR ESTÁNDAR			
Tiempo de inducción		10 min	
Tiempo de vida de la mezcla	4 h	2 h	1 h
CATALIZADOR DE BAJAS TEMPERATURAS			
Tiempo de vida de la mezcla		1 h	

Resistencia al calor

	Temperatura	
	Continua	Pico
Seco, atmosférico	120 °C	-
En inmersión, agua de mar	50 °C	60 °C

Duración del pico de temperatura máx. 1 hora.

Las temperaturas indicadas están relacionadas con la retención de propiedades de protección. Las propiedades cosméticas pueden verse afectadas a esas temperaturas.

Tener en cuenta que la pintura será resistente a la inmersión a diferentes temperaturas dependiendo del producto específico y si la inmersión es constante o intermitente. La resistencia térmica se ve influenciada por todo el sistema de pinturas. Si se usa como parte de un sistema, asegurar que todas las pinturas del sistema tienen una resistencia térmica similar.

Compatibilidad del producto

Dependiendo de la exposición real del sistema de pintura, se pueden usar distintas imprimaciones y acabados en combinación con este producto. Contacte con su oficina de Jotun para el sistema de pintado recomendado.

Capa previa: shop primer epoxi, shop primer de silicato inorgánico de zinc, epoxi zinc, epoxi, mástico epoxi, silicato inorgánico de zinc
Siguiente capa: poliuretano, epoxi, acrílico, epoxi vinílico

Envasado (más usual)

	Volumen (litros)	Tamaño de envases (litros)
Jotamastic 87 GF Comp A	16	20

Fecha de emisión: 20 Abril 2018

Página: 4/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com

Ficha Técnica

Jotamastic 87 GF



Jotamastic 87 Standard Comp B	2.7	3
Jotamastic 87 Wintergrade Comp B	4	5

El volumen indicado es para colores producidos en fábrica. Pueden encontrarse variaciones de tamaño y volumen de envasado en otros países debido a regulaciones locales.

Almacenaje

El producto debe almacenarse de acuerdo con la legislación vigente. Las condiciones por defecto son mantener los envases en un espacio seco, fresco y bien ventilado y alejados de toda fuente de ignición y calor. Los envases deben mantenerse perfectamente cerrados y estancos.

Tiempo de vida de almacenaje a 23 °C

Jotamastic 87 GF Comp A	48 meses
Jotamastic 87 Standard Comp B	48 meses
Jotamastic 87 Wintergrade Comp B	36 meses

En algunos mercados el tiempo de vida de almacenaje puede ser inferior debido a la legislación local. El dato indicado es el tiempo de vida de almacenaje mínimo, tras el cual la calidad de la pintura estará sujeta a re-inspección.

Precaución

Este producto es sólo para uso profesional. Los aplicadores y operarios deberán ser formados, experimentados y tener la capacidad y equipo para mezclar/agitar y aplicar las pinturas correctamente y de acuerdo con la documentación técnica de Jotun. Los aplicadores y operarios deberán utilizar equipos de protección personal adecuados al usar este producto. Esta guía se proporciona en base al conocimiento actual del producto. Cualquier requerimiento para una modificación que se adapte a las condiciones de la obra deberá remitirse a un representante de Jotun responsable para su aprobación antes de comenzar el trabajo.

Salud y Seguridad

Por favor, sigan las indicaciones de precaución que se muestran en el envase. Utilizar en condiciones de buena ventilación. No inhalar las pulverizaciones. Evitar el contacto con la piel. Las salpicaduras sobre la piel deben limpiarse inmediatamente con un limpiador adecuado, agua y jabón. Sobre los ojos, enjuagar con agua abundante y requerir inmediata atención médica.

Variación del color

Cuando proceda, los productos principalmente destinados para su uso como imprimaciones o antifouling pueden tener leves variaciones en color entre distintas partidas. Estos productos pueden decolorar y calentar cuando estén expuestos a luz del sol y a la intemperie.

Nota de descargo

Fecha de
emisión: 20 Abril 2018

Página: 5/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com



Ficha Técnica Jotamastic 87 GF



La información contenida en este documento se ofrece en base a nuestro conocimiento y en ensayos de laboratorio así como en nuestra experiencia práctica. Los productos de Jotun se consideran como mercancías semielaboradas y como tal, los productos se utilizan a menudo bajo condiciones ajenas a Jotun. Jotun solo puede garantizar la calidad del producto en sí. Es posible que se deban realizar ajustes menores en caso de necesidad de cumplir con exigencias legales locales. Jotun reserva el derecho de modificar los datos sin previo aviso.

Los usuarios deben consultar siempre Jotun para una orientación específica sobre la idoneidad de este producto para sus necesidades y prácticas específicas de aplicación general.

Si hay discrepancias de texto entre distintas ediciones idiomáticas, prevalecerá la versión en lengua inglesa (UK).

Fecha de
emisión: 20 Abril 2018

Página: 6/6

Esta ficha técnica anula y reemplaza las emitidas anteriormente.

Se recomienda leer la Ficha Técnica (FT) conjuntamente con la Ficha de Datos de Seguridad (FDS) y la Guía de Aplicación (GA) de este producto. Para conocer cual es su oficina de Jotun más cercana, visite nuestra página web www.jotun.com



- Interline 399

Interline® 399



Epoxi novolac

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Revestimiento epoxi novolac de dos componentes y altas prestaciones, para el interior de depósitos, con excelente resistencia a elevadas temperaturas y a los disolventes.

APLICACIONES

Apropiado para recubrir el interior de depósitos de almacenamiento y depósitos de procesos que operan a una elevada temperatura de hasta 130°C (266°F).).

*Para una información completa ver las características del producto.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO INTERLINE 399

Color	Gama limitada
Aspecto	No aplicable
Sólidos en volumen	67%
Espesor recomendado	85-125 micras (3,4-5 mils) en seco, equivalente a 127-187 micras (5,1-7,5 mils) en húmedo
Rendimiento teórico	6,70 m ² /litro a (100 micras DFT con los sólidos en volumen establecidos 269 sq.ft./galones US a 4 mils con los sólidos en volumen establecidos
Rendimiento práctico	Considérense los factores de pérdidas apropiados
Método de Aplicación	Pistola "airless", Pistola de aire, Rodillo, Brocha

Tiempo de secado

Temperatura	Seco al tacto	Seco duro	Intervalo de repintado por si mismo	
			Mínimo	Máximo
10°C (50°F)	8 horas	16 horas	36 horas	9 días
15°C (59°F)	7 horas	12 horas	24 horas	8 días
25°C (77°F)	5 horas	8 horas	16 horas	7 días
40°C (104°F)	3 horas	6 horas	16 horas	6 días

DATOS REGLAMENTARIOS Y APROBACIONES

Punto de inflamación (Típico) Parte A 26°C (79°F); Parte B 48°C (118°F); Mezcla 24°C (75°F)

Peso Específico	1,85 kg/l (15,4 lb/gal)	
VOC	2.83 lb/gal (340 g/lit)	EPA Método 24
	199 g/kg	Directiva de la UE sobre emisiones solventes (Directiva del Consejo 1999/13/EC).
	312 g/lit	Norma Nacional de China GB23985

Para mas detalles ver la seccion: Características del producto.

Protective Coatings

Página 1 de 4
Fecha de expedición:06/07/2016
Ref:2237

AkzoNobel



Interline® 399



Epoxi novolac

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Todas las superficies a recubrir deben estar limpias, secas y exentas de contaminación. Antes de la aplicación de la pintura, deben evaluarse todas las superficies y tratarse de acuerdo con la norma ISO 8504:2000. Cuando sea necesario, deberán eliminarse las proyecciones de soldadura y esmerilarse las juntas de soldadura y los bordes afilados.

El aceite y la grasa deben eliminarse de acuerdo con el procedimiento de limpieza mediante disolvente SSPC-SP1.

Limpieza mediante chorro abrasivo

Este producto sólo debe aplicarse sobre superficies preparadas mediante limpieza por chorreo abrasivo conforme a Sa2½ (ISO 8501-1:2007) o SSPC-SP10. Se recomienda un perfil de superficie angular afilado de 50-75 micras (2-3 mils).

Interline 399 debe aplicarse antes de que se produzca la oxidación del acero. Si efectivamente se produce la oxidación, deberá volverse a limpiar por chorreo toda el área oxidada conforme a la norma especificada previamente.

Los defectos de superficie puestos de manifiesto por el proceso de limpieza por chorreo, deberán rectificarse, rellenarse o tratarse de la forma apropiada.

Las superficies pueden someterse a imprimación con Interline 399 (diluyente 10% GTA220) conforme a un espesor de película seca de 40 micras (1,5 mils) antes de que se produzca la oxidación. Alternativamente, se puede mantener la norma de chorreo mediante el uso de deshumidificación.

APLICACIÓN

Mezcla	Interline 399 debe aplicarse de acuerdo con los procedimientos de trabajo de International Protective Coatings para la aplicación en forros aislantes para depósitos.			
	El material se suministra en dos recipientes como una unidad. Mezclar siempre una unidad completa en las proporciones suministradas. Una vez mezclada la unidad, deberá utilizarse dentro del tiempo de vida útil especificado (1) Agitar la base (Parte A) con un mezclador mecánico. (2) Combinar todo el contenido del agente de endurecimiento (Parte B) con la base (Parte A) y mezclar completamente con un mezclador mecánico.			
Relación de mezcla	5.00 parte(s) : 1.00 parte(s) en volumen			
Vida útil de la mezcla	10°C (50°F) 5 horas	15°C (59°F) 4 horas	25°C (77°F) 2 horas	40°C (104°F) 1 hora
Pistola "airless"	Recomendado	Rango de boquilla 0,43-0,53 mm (17-21 milésimas) Presión total del líquido de salida en la boquilla pulverizadora no inferior a 176 kg/cm² (2503 p.s.i.)		
Pistola Convencional (Presión del calderín)	Recomendado	Pistola DeVilbiss MBC o JGA Capuchón de aire 704 ó 765 Boquilla de líquido E		
Brocha	Adecuado – Solo en capas de Refuerzo	Normalmente, se pueden obtener 50-75 micras (2,0-3,0 mils)		
Rodillo	No recomendado			
Disolvente	International GTA220	Normalmente no es necesario diluirlo. Consulte con el representante local para consejo sobre la aplicación en condiciones extremas. No diluir más de lo permitido por la legislación local de medio ambiente.		
Limpiador	International GTA853 o International GTA415			
Paradas	No permitir que el material permanezca en las mangueras, pistola o equipo de pulverización. Lavar completamente todo el equipo con International GTA853. Una vez que se hayan mezclado las unidades de pintura, no deberán guardarse. Se recomienda que tras paradas prolongadas, el trabajo recomience con unidades recién mezcladas.			
Limpieza	Limpiar todo el equipo inmediatamente después de utilizar con International GTA853. Se recomienda lavar periódicamente el equipo de pulverización durante la jornada de trabajo. La frecuencia de la limpieza dependerá de la cantidad de producto pulverizado, la temperatura y el tiempo transcurrido, incluyendo los retrasos. Tirar el material sobrante y los recipientes vacíos de acuerdo con el reglamento/legislación regional apropiado.			

Interline® 399



Epoxi novolac

CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Antes de utilizarlo, consulte los procedimientos detallados de trabajo de Interline 399.

Interline 399 viene especificado típicamente como un sistema de tres capas a 90 micrones (3.6 mils) por capa para dar un grosor total de película en seco de sistema de revestimiento de 270 micrones (10.6 mils). La especificación exacta del espesor total de la película en seco dependerá de los requerimientos de uso y servicio. Consulte a International Protective Coatings si necesita asesoramiento específico con respecto a las aplicaciones de revestimiento de depósitos.

La formación máxima de película en una sola capa se obtiene mejor por pulverización sin aire (airless). Cuando la aplicación se realiza por otros métodos distintos, es improbable que se obtenga la formación de película requerida. La aplicación por pistola convencional podría requerir varias pasadas de pulverización entrecruzadas para obtener una formación de película óptima. El uso de otros métodos, por ej. brocha o rodillo, podría requerir la aplicación de más de una capa y se sugiere solamente para áreas pequeñas o para el recorte inicial.

La temperatura de la superficie debe estar siempre como mínimo a 3° C (5° F) por encima del punto de rocío.

No aplicar a temperaturas del acero por debajo de 10°C (50°F). La humedad relativa durante la aplicación y el endurecimiento no debe exceder del 80%.

Si se aplica el Interline 399 en espacios confinados, asegurarse de que haya una ventilación adecuada.

Una buena ventilación durante la aplicación y endurecimiento y un control firme del espesor de la película son esenciales para asegurar la eliminación total del disolvente retenido y un rendimiento óptimo de la película endurecida. El espesor de película del sistema de recubrimiento total no debe exceder de 350 micras (14 mils).

Los tiempos de endurecimiento variarán según el espesor de la película seca y las condiciones reinantes durante la aplicación y los tiempos de endurecimiento.

Vuelta al Servicio Se recomiendan los siguientes tiempos mínimos de curado para que Interline 399 alcance todas las propiedades de resistencia química.

Temperatura	Tiempo de Curado
10°C (50°F)	14 días
15°C (59°F)	10 días
25°C (77°F)	7 días
35°C (95°F)	5 días
40°C (104°F)	4 días

El tiempo de Curado se refiere al tiempo mínimo a la temperatura del sustrato especificada antes de la inmersión en todos los productos químicos que constan en la lista de resistencia química.

Una vez que la última capa haya endurecido, se debe medir el espesor de la película seca del sistema de revestimiento, utilizando para ello un indicador magnético adecuado y no destructivo, para comprobar el espesor medio del sistema aplicado. El sistema de revestimiento no debe tener ningún fallo ni micro agujero. La película, una vez curada, debe quedar básicamente libre de chorretones, descolgamientos, gotas, imperfecciones y demás defectos. Todas las deficiencias y los defectos deben corregirse. Las áreas reparadas volverán a someterse a revisión y se dejarán curar tal como indiquen las especificaciones antes de poner en servicio el revestimiento ya terminado. Consulte con International Protective Coatings cuáles son los procedimientos de reparación más adecuados para Interline 399.

Interline 399 es adecuado para usarlo en situaciones con agua caliente de baja salinidad, tales como las calderas, hasta una temperatura de 95°C (203°F). Para aplicaciones a temperaturas más altas, contacte por favor con un representante de International Paint.

Este producto cuenta con las siguientes aprobaciones de especificación:

DEF STAN 80-97 Anexo G para el revestimiento de depósitos de combustible de aviación a granel.

Norma española INTA 164402-A.

Nota: Los valores expresados de VOC están basados en el máximo posible para el producto teniendo en cuenta variaciones debidas al cambio de color y tolerancias normales de fabricación.

Los aditivos reactivos con bajo peso molecular, los cuales formarán parte de la película durante las condiciones de curado en ambiente normal, también afectarán a los valores de VOC determinados usando EPA método 24.

COMPATIBILIDAD DEL SISTEMA

Este sistema es auto imprimable y no es adecuado para aplicación sobre otras imprimaciones.

El Interline 399 sólo debe recubrirse por sí mismo, y no debe recubrirse nunca con otro material.

Consúltase a International Protective Coatings para confirmar que el Interline 399 es adecuado para estar en contacto con el producto que se va a almacenar.

**Interline® 399****Epoxi novolac****INFORMACIÓN
COMPLEMENTARIA**

Si desea más información sobre estándares industriales, términos o abreviaturas empleados en esta ficha técnica, visite www.international-pc.com.

- Definiciones y Abreviaturas
- Preparación de la superficie
- Aplicación de la pintura
- Rendimiento Teórico y práctico
- Guía de aplicación del Interline 399

**PRECAUCIONES DE
SEGURIDAD**

Este producto sólo puede ser utilizado por aplicadores profesionales en situaciones industriales. Todo el trabajo que conlleva la aplicación y el uso de este producto debería ser realizado en cumplimiento de todas las normas, regulaciones y legislaciones nacionales pertinentes en materia de salud, seguridad y medio ambiente.

Durante la aplicación y el posterior secado (véanse en las hojas de datos técnicos de los productos los tiempos de secado habituales), se debe proporcionar una ventilación correcta a fin de mantener las concentraciones de disolventes dentro de unos límites seguros y evitar incendios y explosiones. En espacios reducidos se requiere una extracción forzada. También durante la aplicación y el secado, se debe proporcionar un equipo de protección personal de ventilación y/o respiración (capuchas de aducción o máscaras con filtro). Tome precauciones para evitar el contacto con la piel y los ojos (monos de trabajo, guantes, gafas, máscaras, crema protectora, etc.).

Antes de utilizar el producto, lea los consejos que se dan en las hojas de seguridad y en el apartado de salud y seguridad de los procedimientos de aplicación de capas de este producto.

En caso de que se realicen trabajos de soldadura u oxígeno sobre metales recubiertos con este producto, se producirán polvo y gases, por lo que es obligatorio utilizar un equipo de protección personal apropiado y adecuar la ventilación.

Las medidas de seguridad concretas que se deben tomar dependen del método de aplicación y del entorno de trabajo. Si no entiende completamente estas advertencias e instrucciones o si no puede cumplirlas estrictamente, no utilice el producto y consulte a International Protective Coatings.

TAMAÑO DEL ENVASE	Unit Size	Parte A		Parte B	
		Vol	Pack	Vol	Pack
	20 litros	16.67 litros	20 litros	3.33 litros	5 litros
	5 US gal	4.17 US gal	5 US gal	0.83 US gal	1 US gal
Ponerse en contacto con Akzo Nobel Industrial Paints, S.L para la disponibilidad de otros tamaños de envase.					
PESO DEL PRODUCT (TÍPICO)	Unit Size	Parte A		Parte B	
	20 litros	35.7 kg		3.96 kg	
	5 US gal	71.4 lb		8 lb	
ALMACENAMIENTO	Tiempo de vida	12 meses como mínimo a 25°C (77°F). Sujeto a reinspección posterior en el almacén. Almacenar en condiciones secas, a la sombra y alejado de fuentes de calor e ignición.			

Nota importante

La información contenida en esta ficha técnica no pretende ser exhaustiva; cualquier persona que use el producto para cualquier propósito distinto que el específicamente recomendado en esta ficha técnica sin obtener primero confirmación escrita de nosotros de la idoneidad del producto para el uso pretendido será bajo su propio riesgo. Todos los consejos dados o que se derivan de lo indicado sobre el producto (incluidos en esta ficha técnica o no) están basados con la mejor intención de nuestro conocimiento pero nosotros no tenemos control sobre la calidad del sustrato o sobre todos los factores que afectan al uso y aplicación del producto. Por tanto, a menos que nosotros lo acordemos por escrito específicamente, no aceptamos cualquier responsabilidad en absoluto por la calidad del producto o para (sujeto a los límites permitidos por la ley) cualquier pérdida o daño producido por el uso del producto. Nosotros por la presente negamos cualquier garantía o representaciones, expresas o implícitas, por el uso de la ley o de otro modo, incluyendo, sin limitación, cualquier garantía derivada de la comercialización o uso de un propósito particular. Todos los productos suministrados y consejos técnicos dados están sujetos a nuestras condiciones de venta. Usted debería solicitar una copia de este documento y revisarla cuidadosamente. La información contenida en esta ficha técnica está sujeta a modificación de vez en cuando en función de nuestra experiencia y política de continuo desarrollo. Es responsabilidad del usuario comprobar con el representante local que esta ficha técnica está actualizada antes de utilizar el producto.

Esta ficha técnica está disponible en nuestra página web en www.international-marine.com o www.international-pc.com, y debería ser la misma que este documento. Si hubiera alguna discrepancia entre este documento y la versión de la ficha técnica que aparece en la web, entonces tiene preferencia la versión de la página web.

Copyright © AkzoNobel, 06/07/2016.

Todas las marcas registradas mencionadas en esta publicación son propiedad de, o bajo licencia de, el grupo de compañías AkzoNobel.

www.international-pc.com



- Intercure 420

Intercure[®] 420



Epoxi de repintado rápido

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Recubrimiento epoxídico de óxido de hierro micáceo de dos componentes, elevado contenido en sólidos y bajo VOC formulado sobre tecnología de polímeros patentada que proporciona endurecimiento y pintado rápidos incluso en condiciones de bajas temperaturas.

APLICACIONES

Como capa intermedia de gran espesor para proporcionar excelente protección barrera como parte de un sistema de alto rendimiento. Adecuado para utilizarse en entornos agresivos incluyendo, plataformas de alta mar, puentes, fábricas químicas y petroquímicas, centrales eléctricas, fábricas de pasta papelera y papel y edificios industriales.

Se puede utilizar como capa barrera aplicado directamente al acero cuando el entorno no es agresivo.

La incorporación de un pigmento de óxido de hierro micáceo mio- aumenta a la vez el efecto de barrera y mejora las propiedades de pintado a largo plazo del sistema, convirtiéndolo en el material ideal para aplicación en el taller de fabricación, antes de su embarque, y aplicación del pintado final en el lugar de instalación.

Las propiedades de endurecimiento y pintado rápidos del Intercure 420 proporcionan adaptabilidad de producción, haciendo que este producto sea adecuado para utilizarse en nuevas construcciones y en el lugar de instalación como pintado de mantenimiento.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO INTERCURE 420

Color	MIO natural, Gris plateado, Gris claro
Aspecto	Mate
Sólidos en volumen	70%
Espesor recomendado	100-150 micras (4-6 mils) en seco, equivalente a 143-214 micras (5,7-8,6 mils) en húmedo
Rendimiento teórico	5,60 m ² /litro a (125 micras DFT con los sólidos en volumen establecidos 225 sq.ft./galones US a 5 mils con los sólidos en volumen establecidos
Rendimiento práctico	Considérense los factores de pérdidas apropiados
Método de Aplicación	Pistola "airless", Pistola de aire, Brocha, Rodillo
Tiempo de secado	
	Intervalo de repintado con acabados recomendados
Temperatura	Seco al tacto Seco duro Mínimo Máximo
5°C (41°F)	75 minutos 7 horas 5 horas Prolongado ¹
15°C (59°F)	50 minutos 4 horas 3 horas Prolongado ¹
25°C (77°F)	40 minutos 2 horas 2 horas Prolongado ¹
40°C (104°F)	30 minutos 1 hora 1 hora Prolongado ¹

¹ Véanse las definiciones y abreviaturas de International Protective Coatings

DATOS REGLAMENTARIOS Y APROBACIONES

Punto de inflamación (Típico)	Parte A 29°C (84°F); Parte B 26°C (79°F); Mezcla 27°C (81°F)	
Peso Específico	1,63 kg/l (13,6 lb/gal)	
VOC	2,75 lb/gal (330 g/lit) 201 g/kg	EPA Método 24 Directiva de la UE sobre emisiones de solventes (Directiva del Consejo 1999/13/EC). Norma Nacional de China GB23985
	292 g/lit	

Para mas detalles ver la seccion: Características del producto.



Intercure® 420



Epoxi de repintado rápido

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Todas las superficies a recubrir deben estar limpias, secas y exentas de contaminación. Antes de la aplicación de la pintura, deben evaluarse todas las superficies y tratarse de acuerdo con la norma ISO 8504:2000.

El aceite y la grasa deben eliminarse de acuerdo con el procedimiento de limpieza mediante disolvente SSPC-SP1.

Limpieza mediante chorro abrasivo

Limpieza mediante chorro abrasivo según norma Sa2½ (ISO 8501-1:2007) o SSPC-SP6. Si se produce oxidación entre la limpieza por chorro y la aplicación de Intercure 420, deberá limpiarse nuevamente la superficie por chorro conforme a la norma visual especificada. Los defectos de superficie puestos de manifiesto por el proceso de limpieza por chorro, deberán rectificarse, rellenarse o tratarse de la forma apropiada.

Se recomienda un perfil angular de rugosidad de 50-75 micras (2-3 mils).

Superficies imprimadas

Todas las imprimaciones apropiadas para su uso debajo de Intercure 420 deberían haber sido aplicadas sobre superficies limpiadas mediante chorro con abrasivo angular según Sa2½ (ISO 8501-1:2007) o SSPC-SP6.

Se recomienda un perfil angular de rugosidad de 50-75 micras (2-3 mils).

Superficies imprimadas en el taller

Las soldaduras y las áreas dañadas deberían limpiarse mediante chorro abrasivo angular según Sa2½ (ISO 8501-1:2007) o SSPC-SP6.

Si la imprimación de prefabricación muestra daños extensos o muy diversos, será necesario realizar un chorreado total con abrasivo angular.

Si la imprimación de prefabricación se ha aplicado sobre superficies chorreadas, con abrasivo esférico (shot), será necesario un chorreado total con abrasivo angular (grit) antes de aplicar Intercure 420.

Superficies imprimadas con zinc

Asegurarse de la superficie de imprimación esté limpia, seca y exenta de contaminación y sales de zinc antes de la aplicación de Intercure 420. Asegurarse de que las imprimaciones de zinc estén totalmente curadas antes de recubrir.

Si el shop primer ha sido aplicado sobre una superficie chorreada con perdigones de acero (shot), será necesario realizar un chorreo global con abrasivo angular (grit).

APLICACIÓN

Mezcla	El material se suministra en dos recipientes como una unidad. Mezclar siempre una unidad completa en las proporciones suministradas. Una vez mezclada la unidad, deberá utilizarse dentro del tiempo de vida útil especificado (1) Agitar la base (Parte A) con un mezclador mecánico. (2) Combinar todo el contenido del agente de endurecimiento (Parte B) con la base (Parte A) y mezclar completamente con un mezclador mecánico.			
Relación de mezcla	3 parte(s) : 1 parte(s) en volumen			
Vida útil de la mezcla	5°C (41°F) 8 horas	15°C (59°F) 4 horas	25°C (77°F) 2 horas	40°C (104°F) 45 minutos
Pistola "airless"	Recomendado	Rango de boquilla 0,43-0,53 mm (17-21 milésimas) Presión total del líquido de salida en la boquilla pulverizadora no inferior a 176 kg/cm² (2503 p.s.i.)		
Pistola Convencional (Presión del calderín)	Recomendado	Pistola DeVilbiss MBC o JGA Capuchón de aire 704 ó 765 Boquilla de líquido E		
Brocha	Adecuado - Áreas pequeñas solamente	Normalmente, se pueden obtener 75micras (3,0 mils)		
Rodillo	Adecuado - Áreas pequeñas solamente	Normalmente, se pueden obtener 50-75 micras (2,0-3,0 mils)		
Disolvente	International GTA220 (o International GTA415)	Normalmente no es necesario diluirlo. Consulte con el representante local para consejo sobre la aplicación en condiciones extremas. No diluir más de lo permitido por la legislación local de medio ambiente.		
Limpiador	International GTA822 (o International GTA415)			
Paradas	No permitir que el material permanezca en las mangueras, pistola o equipo de pulverización. Lavar completamente todo el equipo con International GTA822. Una vez que se hayan mezclado las unidades de pintura, no deberán guardarse. Se recomienda que tras paradas prolongadas, el trabajo recomience con unidades recién mezcladas.			
Limpieza	Limpiar todo el equipo inmediatamente después de utilizar con International GTA822. Se recomienda lavar periódicamente el equipo de pulverización durante la jornada de trabajo. La frecuencia de la limpieza dependerá de la cantidad de producto pulverizado, la temperatura y el tiempo transcurrido, incluyendo los retrasos. Tirar el material sobrante y los recipientes vacíos de acuerdo con el reglamentolegislación regional apropiado.			



Intercure® 420

Epoxi de repintado rápido



CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

Endurecimiento a bajas temperaturas

El Intercure 420 es capaz de endurecerse a temperaturas por debajo de 0°C (32°F). Sin embargo, este producto no debe aplicarse a temperaturas por debajo de 0°C (32°F) cuando existe la posibilidad de formación de hielo sobre el sustrato.

Para más información sobre los tiempos de curado y de repintabilidad, contactar con International Protective Coatings.

Este producto sólo se debe diluir con disolventes International GTA. El uso de otros disolventes en, particular los que contienen cetonas, pueden inhibir gravemente el mecanismo de endurecimiento del pintado.

La temperatura de la superficie debe estar siempre como mínimo a 3° C (5° F) por encima del punto de rocío.

Al igual que todas las resinas epoxi, el Intercure 420 calentará y decolorará al exponerse a la intemperie. Sin embargo, estos fenómenos no son perjudiciales para el rendimiento anticorrosivo.

Este producto se utiliza frecuentemente como "capa de tránsito" antes del pintado final en el emplazamiento. Para garantizar un resultado prolongado del pintado, asegurarse de que no haya una sobreaplicación y que la superficie esté completamente limpia de toda contaminación que pudiese estar presente en la textura de la superficie debido a la naturaleza rugosa de la pigmentación de óxido de hierro micáceo.

Como ocurre con todos los productos con elevados niveles de óxido de hierro micáceo, solamente se pueden formular colores relativamente oscuros; por consiguiente, con algunos colores de los acabados de película delgada, podrían necesitarse dos capas para dar una buena cobertura.

La adherencia medida absoluta de las capas finales al Intercure 420 envejecido es inferior a la del material nuevo; sin embargo, es adecuada para el uso final especificado.

Nota: los valores COV (VOC) son típicos y se aportan solo como guía de referencia. Pueden estar sujetos a variación dependiendo de factores como el color y las tolerancias normales de la fabricación.

Los aditivos reactivos con bajo peso molecular, los cuales formarán parte de la película durante las condiciones de curado en ambiente normal, también afectarán a los valores de VOC determinados usando EPA método 24.

COMPATIBILIDAD DEL SISTEMA

Se ruega consultar a International Protective Coatings para la información específica sobre la aplicación a imprimaciones prefabricación.

Se recomiendan las siguientes imprimaciones para el Intercure 420:

Intercure 200
Intergard 251
Intergard 269
Interzinc 22 (podría requerirse una capa de neblina)*
Interzinc 52
Interzinc 315

Se recomiendan las siguientes capas finales para el Intercure 420:

Interline 629HS
Intergard 740
Interthane 990

Para otras imprimaciones/capas finales adecuadas, consúltese a International Protective Coatings.

* Véase la ficha de datos del producto pertinente para los detalles.



Intercure® 420



Epoxi de repintado rápido

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Si desea más información sobre estándares industriales, términos o abreviaturas empleados en esta ficha técnica, visite www.international-pc.com.

- Definiciones y Abreviaturas
- Preparación de la superficie
- Aplicación de la pintura
- Rendimiento Teórico y práctico

Previo solicitud, se puede disponer de copias individuales de estas secciones.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Está previsto que este producto lo utilicen solamente operarios profesionales en situaciones industriales, de acuerdo con los consejos facilitados en esta hoja, en la Ficha Técnica sobre Seguridad de Materiales (MSDS) que International Protective Coatings proporciona a sus clientes.

Todo trabajo que implique la aplicación y uso de este producto deberá llevarse a cabo de acuerdo con todas las normas y reglamentos nacionales pertinentes sobre Higiene, Seguridad Y Medio Ambiente.

En caso de realizarse soldadura u oxígeno sobre un metal recubierto con este producto, se desprenderán polvo y humos que requerirán el uso de un equipo de protección personal apropiado y una ventilación de escape local adecuada.

Si hay duda sobre la idoneidad de uso de este producto, se ruega consultar a International Protective Coatings para mayor información.

TAMAÑO DEL ENVASE	Unit Size	Parte A		Parte B	
		Vol	Pack	Vol	Pack
	20 litros	15 litros	20 litros	5 litros	5 litros
	4 US gal	3 US gal	5 US gal	1 US gal	1 US gal
Ponerse en contacto con Akzo Nobel Industrial Paints, S.L para la disponibilidad de otros tamaños de envase.					
PESO DEL PRODUCT (TÍPICO)	Unit Size	Parte A		Parte B	
	20 litros	29.5 kg		5.2 kg	
	4 US gal	49.4 lb		8.8 lb	
ALMACENAMIENTO	Tiempo de vida	12 meses como mínimo a 25°C (77°F). Sujeto a reinspección posterior en el almacén. Almacenar en condiciones secas, a la sombra y alejado de fuentes de calor e ignición.			

Nota importante

La información contenida en esta ficha técnica no pretende ser exhaustiva; cualquier persona que use el producto para cualquier propósito distinto que el específicamente recomendado en esta ficha técnica sin obtener primero confirmación escrita de nosotros de la idoneidad del producto para el uso pretendido será bajo su propio riesgo. Todos los consejos dados o que se derivan de lo indicado sobre el producto (incluidos en esta ficha técnica o no) están basados con la mejor intención de nuestro conocimiento pero nosotros no tenemos control sobre la calidad del sustrato o sobre todos los factores que afectan al uso y aplicación del producto. Por tanto, e incluso si nosotros lo acordamos por escrito específicamente, no aceptamos cualquier responsabilidad en absoluto por la calidad del producto o para (sujeto a los límites permitidos por la ley) cualquier pérdida o daño producido por el uso del producto. Nosotros por la presente negamos cualquier garantía o representaciones, expresas o implícitas, por el uso de la ley o de otro modo, incluyendo, sin limitación, cualquier garantía derivada de la comercialización o uso de un propósito particular. Todos los productos suministrados y consejos técnicos dados están sujetos a nuestras condiciones de venta. Usted debería solicitar una copia de este documento y revisarla cuidadosamente. La información contenida en esta ficha técnica está sujeta a modificación de vez en cuando en función de nuestra experiencia y política de continuo desarrollo. Es responsabilidad del usuario comprobar con el representante local que esta ficha técnica está actualizada antes de utilizar el producto.

Esta ficha técnica está disponible en nuestra página web en www.international-marine.com o www.international-pc.com, y debería ser la misma que este documento. Si hubiera alguna discrepancia entre este documento y la versión de la ficha técnica que aparece en la web, entonces tiene preferencia la versión de la página web.

Fecha de publicación: 22/09/2015

Copyright © AkzoNobel, 22/09/2015.

Todas las marcas registradas mencionadas en esta publicación son propiedad de, o bajo licencia de, el grupo de compañías AkzoNobel.

www.international-pc.com



ANEXO II

AVISOS:

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido. Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición. Debido a dicha orientación académica no se recomienda hacer un uso profesional de su contenido. Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros. La Universidad de Cantabria, la Escuela Técnica Superior de Náutica, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado, así como el profesor/tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.